

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-250954  
 (43)Date of publication of application : 14.09.2000

(51)Int.Cl. G06F 17/50  
 G06T 17/40

(21)Application number : 11-052211 (71)Applicant : FUJITSU LTD

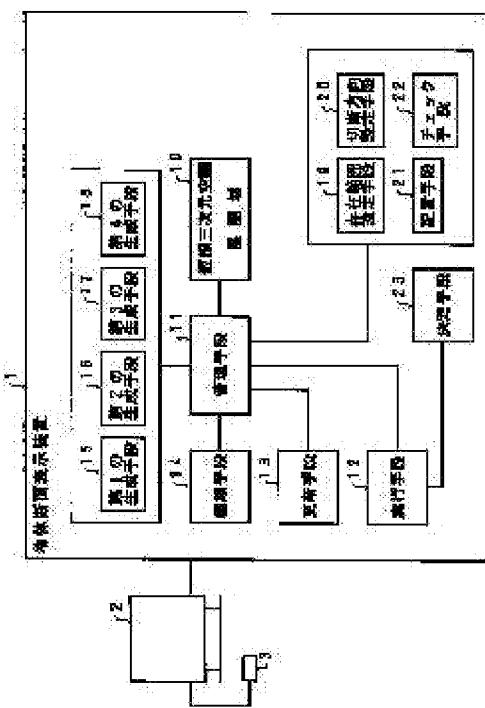
(22)Date of filing : 01.03.1999 (72)Inventor : ARITA YUICHI  
 SHIMA TATSURO

## (54) DEVICE AND METHOD FOR DISPLAYING CROSS-SECTION OF OBJECT AND PROGRAM RECORDING MEDIUM

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To efficiently observe a cross-section of a complicated object in an object cross section display to display the cross-section of the object to be constructed in a virtual three-dimensional space on a computer.

**SOLUTION:** This device is provided with a managing means 11 to manage attribute information of each component to constitute the object and attribute information about one or plural setting planes for display to be used for display of the cross-section of the object according to the same data structure with relation to be defined between them, an executing means 12 to generate a three- dimensional cross-section of the object to be segmented by the setting planes for display according to management data of the managing means 11 and to display the relation between the three-dimensional cross-section and the setting planes for display on a display screen and an updating means 13 to respond to a transfer and rotation instruction for components or the setting planes for display to be displayed on the display screen and to update the management data of the managing means 11 as considering the relation.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.12.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3212287

[Date of registration]

19.07.2001

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of extinction of right]

Requested Patent: JP2000250954A

Title:

DEVICE AND METHOD FOR DISPLAYING CROSS-SECTION OF OBJECT AND  
PROGRAM RECORDING MEDIUM ;

Abstracted Patent: JP2000250954 ;

Publication Date: 2000-09-14 ;

Inventor(s): ARITA YUICHI; SHIMA TATSURO ;

Applicant(s): FUJITSU LTD ;

Application Number: JP19990052211 19990301 ;

Priority Number(s): JP19990052211 19990301 ;

IPC Classification: G06F17/50; G06T17/40 ;

Equivalents: JP3212287B2, US7062416 ;

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To efficiently observe a cross-section of a complicated object in an object cross section display to display the cross-section of the object to be constructed in a virtual three-dimensional space on a computer. SOLUTION: This device is provided with a managing means 11 to manage attribute information of each component to constitute the object and attribute information about one or plural setting planes for display to be used for display of the cross-section of the object according to the same data structure with relation to be defined between them, an executing means 12 to generate a three- dimensional cross-section of the object to be segmented by the setting planes for display according to management data of the managing means 11 and to display the relation between the three-dimensional cross-section and the setting planes for display on a display screen and an updating means 13 to respond to a transfer and rotation instruction for components or the setting planes for display to be displayed on the display screen and to update the management data of the managing means 11 as considering the relation.

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-250954

(P2000-250954A)

(43)公開日 平成12年9月14日(2000.9.14)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 6 F 17/50  
G 0 6 T 17/40

識別記号

F I

C 0 6 F 15/60  
15/62

テ-マト<sup>\*</sup>(参考)

6 2 4 E 5 B 0 4 6  
3 6 0 K 5 B 0 5 0

審査請求 有 請求項の数23 O L (全 40 頁)

(21)出願番号 特願平11-52211

(22)出願日 平成11年3月1日(1999.3.1)

(71)出願人 000003223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72)発明者 有田 裕一

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 島 達郎

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(74)代理人 100095072

弁理士 岡田 光由 (外1名)

最終頁に続く

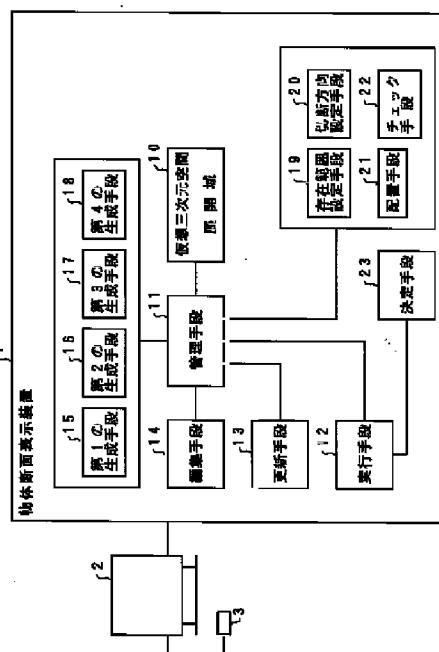
(54)【発明の名称】 物体断面表示装置及び方法並びにプログラム記録媒体

(57)【要約】

【課題】本発明は、コンピュータ上の仮想三次元空間に構築される物体の断面を表示する物体断面表示装置に関し、複雑な物体の断面を効率的に観察できるようにすることを目的とする。

【解決手段】 物体を構成する各部品の属性情報と、物体断面の表示に用いる1つ又は複数の表示用設定面の属性情報とを、それらの間に定義される関連付けとともに同一のデータ構造に従って管理する管理手段11と、管理手段11の管理データに従って、表示用設定面の切り出す物体の三次元断面を生成して、その三次元断面と表示用設定面と関連付けとをディスプレイ画面に表示する実行手段12と、ディスプレイ画面上に表示される部品又は表示用設定面に対する移動回転指示に応答して、関連付けを考慮しつつ管理手段11の管理データを更新する更新手段13とを備えるように構成する。

本発明の原理構成図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 コンピュータ上の仮想三次元空間に構築される物体の断面を表示する物体断面表示装置であつて、

物体を構成する各部品の属性情報と、該部品の面から定義される表示用設定面の配置情報を管理する管理手段と、  
上記管理手段の管理データに従って、表示用設定面の切り出す物体の三次元断面を生成して、該三次元断面と表示用設定面とをディスプレイ画面に表示する実行手段と、

ディスプレイ画面上に表示される表示用設定面に対する移動回転指示に応答して、上記管理手段の管理する配置情報を更新する更新手段とを備えることを、  
特徴とする物体断面表示装置。

【請求項2】 コンピュータ上の仮想三次元空間に構築される物体の断面を表示する物体断面表示装置であつて、

物体を構成する各部品の属性情報と、物体断面の表示に用いる1つ又は複数の表示用設定面の属性情報を、それらの間に定義される関連付けとともに同一のデータ構造に従って管理する管理手段と、  
上記管理手段の管理データに従って、表示用設定面の切り出す物体の三次元断面を生成して、該三次元断面と表示用設定面と上記関連付けとをディスプレイ画面に表示する実行手段と、

ディスプレイ画面上に表示される部品又は表示用設定面に対する移動回転指示に応答して、上記関連付けを考慮しつつ上記管理手段の管理データを更新する更新手段とを備えることを、  
特徴とする物体断面表示装置。

【請求項3】 請求項2記載の物体断面表示装置において、

実行手段は、表示用設定面の操作用に用意される操作用板を、表示用設定面に対応付けて表示することを、  
特徴とする物体断面表示装置。

【請求項4】 請求項2記載の物体断面表示装置において、

実行手段は、表示用設定面の操作用に用意されて、識別文字列を配し、かつ、表示用設定面の間に関連付けが存在する場合には、その旨が分かる形態の識別文字列を配する看板を、表示用設定面に対応付けて表示することを、  
特徴とする物体断面表示装置。

【請求項5】 請求項2記載の物体断面表示装置において、

実行手段は、表示用設定面の枠を表示することで表示用設定面を表示することを、  
特徴とする物体断面表示装置。

【請求項6】 請求項2記載の物体断面表示装置において、

て、

実行手段は、三次元断面を表示していないときには、表示用設定面を半透明色で表示することを、  
特徴とする物体断面表示装置。

【請求項7】 請求項6記載の物体断面表示装置において、  
実行手段は、表示用設定面の間に関連付けが存在する場合には、それらの表示用設定面を同一の半透明色で表示することを、  
特徴とする物体断面表示装置。

【請求項8】 請求項2記載の物体断面表示装置において、

更新手段は、親子関係の関連付けが定義される場合、親となるものの管理データを更新するときに、それに連動して、子となるものの管理データを更新することで、親となるものと子となるものを連動して移動回転させることを、  
特徴とする物体断面表示装置。

【請求項9】 請求項2記載の物体断面表示装置において、

対話処理に従って、ディスプレイ画面に表示される関連付けを編集する編集手段を備えることを、  
特徴とする物体断面表示装置。

【請求項10】 請求項2記載の物体断面表示装置において、

部品の面を指定して発行される表示用設定面の生成要求を受けて、該部品との関連付けをとりつつ、該表示用設定面を生成するとともに、既登録の表示用設定面を指定して発行される新たな表示用設定面の生成要求を受けて、該既登録の表示用設定面との関連付けをとりつつ、該新たな表示用設定面を生成する生成手段を備えることを、  
特徴とする物体断面表示装置。

【請求項11】 請求項2～10に記載されるいずれかの物体断面表示装置において、

指定される表示用設定面と部品の持つ特徴点とから、該表示用設定面あるいは1つ前に生成した表示用設定面との関連付けをとりつつ、該特徴点を含む新たな表示用設定面を生成する第2の生成手段を備えることを、  
特徴とする物体断面表示装置。

【請求項12】 請求項2～10に記載されるいずれかの物体断面表示装置において、

指定される表示用設定面に設定される経路情報から、該表示用設定面との関連付けをとりつつ、該経路情報を辿る新たな表示用設定面を生成する第3の生成手段を備えることを、  
特徴とする物体断面表示装置。

【請求項13】 請求項2～10に記載されるいずれかの物体断面表示装置において、

指定される表示用設定面あるいは1つ前に生成した表示

用設定面との関連付けをとりつつ、該指定される表示用設定面を連続的に動かすことで生成されることになる新たな表示用設定面を生成する第4の生成手段を備えることを、

特徴とする物体断面表示装置。

【請求項14】 請求項2～10に記載されるいづれかの物体断面表示装置において、

表示用設定面に対して、該表示用設定面の存在可能な範囲を設定する存在範囲設定手段を備えることを、  
特徴とする物体断面表示装置。

【請求項15】 請求項2～10に記載されるいづれかの物体断面表示装置において、

表示用設定面に対して、物体の切断方向を設定する切断方向設定手段を備えることを、  
特徴とする物体断面表示装置。

【請求項16】 請求項15記載の物体断面表示装置において、

切断方向設定手段は、表示用設定面の存在位置に依存する形態を示す物体の切断方向を設定することを、  
特徴とする物体断面表示装置。

【請求項17】 請求項2～10に記載されるいづれかの物体断面表示装置において、

表示用設定面に対して、追加部品を配置し、あるいは領域を配置する配置手段を備えることを、  
特徴とする物体断面表示装置。

【請求項18】 請求項2～10に記載されるいづれかの物体断面表示装置において、

関連付けに従って表示用設定面の動きに連動して動く1つ又は複数の部品を処理対象として、該部品と他の部品との間の干渉をチェックするチェック手段を備えることを、  
特徴とする物体断面表示装置。

【請求項19】 請求項2～10に記載されるいづれかの物体断面表示装置において、

二次元断面と三次元断面とを連動して制御するのか否かを決定する決定手段を備え、  
実行手段は、上記決定手段が運動制御を決定する場合には、三次元断面の生成に用いる表示用設定面の切り出す物体の二次元断面を生成し、上記決定手段が非運動制御を決定する場合には、該表示用設定面の中から選択される特定の表示用設定面の切り出す物体の二次元断面を生  
成して、三次元断面と同一ディスプレイ画面上に表示することを、  
特徴とする物体断面表示装置。

【請求項20】 請求項19記載の物体断面表示装置において、

実行手段は、三次元断面のどの部分であるのかを示しつつ、二次元断面を表示することを、  
特徴とする物体断面表示装置。

【請求項21】 請求項19記載の物体断面表示装置に

おいて、

実行手段は、指定される注視点の指す位置を示しつつ、三次元断面と二次元断面とを表示することを、  
特徴とする物体断面表示装置。

【請求項22】 コンピュータ上の仮想三次元空間に構築される物体の断面を表示する物体断面表示方法であって、

物体断面の表示に用いる1つ又は複数の表示用設定面を生成し、物体を構成する各部品の属性情報と該表示用設定面の属性情報を、それらの間に定義される関連付けとともに同一のデータ構造に従って管理する管理手段に対して、その生成した表示用設定面を登録する処理過程と、

上記管理手段の管理データに従って、表示用設定面の切り出す物体の三次元断面を生成して、該三次元断面と表示用設定面と上記関連付けとをディスプレイ画面に表示する処理過程と、

ディスプレイ画面上に表示される部品又は表示用設定面に対する移動回転指示に応答して、上記関連付けを考慮しつつ上記管理手段の管理データを更新する処理過程とを備えることを、  
特徴とする物体断面表示方法。

【請求項23】 コンピュータ上の仮想三次元空間に構築される物体の断面を表示する物体断面表示装置の実現に用いられるプログラムが格納されるプログラム記録媒体であって、

物体を構成する各部品の属性情報と、物体断面の表示に用いる1つ又は複数の表示用設定面の属性情報を、それらの間に定義される関連付けとともに同一のデータ構造に従って管理する管理手段にアクセスするアクセス処理と、

上記管理手段の管理データに従って、表示用設定面の切り出す物体の三次元断面を生成して、該三次元断面と表示用設定面と上記関連付けとをディスプレイ画面に表示する実行処理と、

ディスプレイ画面上に表示される部品又は表示用設定面に対する移動回転指示に応答して、上記関連付けを考慮しつつ上記管理手段の管理データを更新する更新処理とをコンピュータに実行させるプログラムが格納されることを、  
特徴とするプログラム記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、コンピュータ上の仮想三次元空間に構築される物体の断面を表示する物体断面表示装置及び方法と、その装置の実現に用いられるプログラムが格納されるプログラム記録媒体とに関し、特に、複雑な物体の断面を効率的に観察できるようにする物体断面表示装置及び方法と、その装置の実現に用いられるプログラムが格納されるプログラム記録媒体とに

関する。

【0002】三次元CADを用いた設計手法の広まりにより、試作を行う前にコンピュータ上で設計対象物のレビューを行う様々な技術や装置が開発されている。中でも、コンピュータ上の仮想三次元空間内に存在する物体群を如何に効率良く観察するかが問われている。

【0003】コンピュータ上の仮想三次元空間内に存在する物体群を効率良く観察するためには、大きく2つの方法がある。その1つは、対象物を高速に表示するための技術であり、もう1つは、見たいところに容易に辿り着くための技術である。

【0004】対象物を高速に表示するための技術としては、対象物の形状を簡略化したり、表示したときに見えない部分を処理対象から外したりすることで、ディスプレイに表示する際の負荷を低減していく方法が主流である。

【0005】一方、見たいところに容易に辿り着くための技術としては、対象物の表示・非表示制御や透明度制御や断面表示などがある。これらの技術を用いることで、複雑に配置された物体間の位置関係や、カバーやケースに隠されてしまう内部のものが見えるようになることで、対象物を効率良く観察できるようになる。

【0006】この中でも、対象物の断面表示は、対象物を効率良く観察するために最も有効な機能であり、これから、この対象物の断面表示を効率的に実現する技術の構築が叫ばれている。

#### 【0007】

【従来の技術】従来では、コンピュータ上の仮想三次元空間内に存在する対象物を断面表示する場合、ユーザの観察方向がディスプレイ画面に垂直となる方向であることを考慮して、断面生成用の面としてディスプレイ画面に平行となる面を定義するとともに、ユーザにその奥行き位置を指定させることで、断面生成用面を設定する構成を探って、そのようにして設定された断面生成用面を使って対象物を切断していくことで、対象物を断面表示していくという方法を探っている。

【0008】このように、従来技術では、ユーザからの奥行き位置の指定に従って、ディスプレイ画面に平行となる形態で定義される断面生成用面の位置を決定すると、その断面生成用面よりもユーザ側にある対象物部分の表示を省略していくことで、対象物を断面表示していくという方法を探っている。

【0009】この従来技術に従い、ユーザは、コンピュータ上で対象物を移動したり回転させながら、ディスプレイ画面に平行となる形態で定義される断面生成用面の位置を決定していくことで、自分の見たい断面部分をディスプレイ画面に表示していくように処理していた。

【0010】また、従来技術では、三次元空間で指定した断面生成位置に基づき、二次元断面を生成するという機能を有している。

#### 【0011】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来技術では、断面生成用面がディスプレイ画面に平行となる形態で定義されていることから、対象物が移動したり回転したりすると、それに応じて、対象物の異なる個所の断面が表示されてしまうことになるという問題点があった。

【0012】すなわち、対象物の持つ面との関係で断面生成用面が定義されているのではないので、対象物が移動したり回転したりすると、対象物の同一個所の断面が向きを変えて表示されるということにはならず、対象物の異なる個所の断面が表示されてしまうことになるという問題点があった。

【0013】確かに、従来技術でも、三次元空間で指定した断面生成位置に基づき、二次元断面を生成するという機能を有してはいるが、あくまで二次元画面を生成するだけであって、三次元断面を生成する機能については有していない。

【0014】これから、対象物の内部を一目で把握できるようになっていないという問題点があった。

【0015】更に、三次元空間内に設定済みの断面生成用面の位置を変える場合に、いちいち座標位置を入力するか、二次元図を用いて再定義するなどの処理を行わなければならず、断面表示技術が対象物を効率良く観察するための技術として十分機能していないという問題点があった。

【0016】本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであって、複雑な物体の断面を効率的に観察できるようになる新たな物体断面表示装置及び方法の提供と、その装置の実現に用いられるプログラムが格納される新たなプログラム記録媒体の提供とを目的とする。

#### 【0017】

【課題を解決するための手段】図1に本発明の原理構成を図示する。

【0018】図中、1は本発明を具備する物体断面表示装置であって、コンピュータ上の仮想三次元空間に構築される物体の断面を表示するもの、2は物体断面表示装置1の備える端末であって、ユーザとの対話手段として機能するもの、3は端末2の備えるマウスなどの入力装置であって、物体断面表示のための入力処理を実行するものである。

【0019】本発明の物体断面表示装置1は、仮想三次元空間展開域10と、管理手段11と、実行手段12と、更新手段13と、編集手段14と、第1の生成手段15と、第2の生成手段16と、第3の生成手段17と、第4の生成手段18と、存在範囲設定手段19と、切断方向設定手段20と、配置手段21と、チェック手段22と、決定手段23とを備える。

【0020】この仮想三次元空間展開域10は、コンピュータ上に構築される仮想三次元空間を展開する。

【0021】管理手段11は、仮想三次元空間展開域10に展開される仮想三次元空間の空間構造を管理するものであって、仮想三次元空間に配置される物体の持つ各部品の属性情報（座標位置など）と、仮想三次元空間に配置される物体の断面表示に用いる1つ又は複数の表示用設定面の属性情報（座標位置など）とを、それらの間に定義される関連付け（例えば親子関係にあるという関連付け）とともに同一のデータ構造に従って管理する。

【0022】実行手段12は、管理手段11の管理データに従って、表示用設定面の切り出す物体の三次元断面を生成して、その三次元断面と表示用設定面と管理手段11の管理する関連付けとを端末2のディスプレイ画面に表示し、更に、表示用設定面の切り出す物体の二次元断面を生成して、その二次元断面を端末2のディスプレイ画面に表示する。

【0023】この実行手段12は、表示用設定面の操作用に用意される操作用板を、表示用設定面に対応付けて表示したり、表示用設定面の操作用に用意されて、識別文字列（表示用設定面の間に関連付けが存在する場合には、その旨が分かる形態の識別文字列）を配する看板を、表示用設定面に対応付けて表示する。また、実行手段12は、表示用設定面の枠を表示することで表示用設定面を表示したり、三次元断面を表示していないときには、その表示用設定面を半透明色（表示用設定面の間に関連付けが存在する場合には、同一の半透明色）で表示することで表示用設定面を表示する。

【0024】更新手段13は、ディスプレイ画面上に表示される部品又は表示用設定面に対する移動回転指示に応答して、管理手段11の管理する関連付けを考慮しつつ、管理手段11の管理データを更新する。

【0025】この更新手段13は、例えば親子関係の関連付けが定義される場合、親となるものの管理データを更新するときに、それに連動して、子となるものの管理データを更新することで、親となるものと子となるものを連動して移動回転させることになる。

【0026】編集手段14は、対話処理に従って、ディスプレイ画面に表示される関連付けを編集する。

【0027】第1の生成手段15は、部品の面を指定して発行される表示用設定面の生成要求を受けて、その部品との関連付けをとりつつ、その表示用設定面を生成して管理手段11に登録するとともに、既登録の表示用設定面を指定して発行される新たな表示用設定面の生成要求を受けて、その既登録の表示用設定面との関連付けをとりつつ、その新たな表示用設定面を生成して管理手段11に登録する。

【0028】第2の生成手段16は、指定される表示用設定面と部品の持つ特徴点とから、その表示用設定面あるいは1つ前に生成した表示用設定面との関連付けをとりつつ、その特徴点を含む新たな表示用設定面を生成して管理手段11に登録する。

【0029】第3の生成手段17は、指定される表示用設定面に設定される経路情報から、その表示用設定面との関連付けをとりつつ、その経路情報を辿る新たな表示用設定面を生成して管理手段11に登録する。

【0030】第4の生成手段18は、指定される表示用設定面あるいは1つ前に生成した表示用設定面との関連付けをとりつつ、その表示用設定面を連続的に動かすことによって生成されることになる新たな表示用設定面を生成して管理手段11に登録する。

【0031】存在範囲設定手段19は、表示用設定面に対して、その表示用設定面の存在可能な範囲を設定して管理手段11に登録する。

【0032】切断方向設定手段20は、表示用設定面に対して、物体の切断方向を設定して管理手段11に登録する。このとき、表示用設定面の存在位置に依存する形態を示す物体の切断方向を設定することがある。

【0033】配置手段21は、表示用設定面に対して、追加部品を配置し、あるいは領域を配置して管理手段11に登録する。

【0034】チェック手段22は、管理手段11の管理する関連付けに従って表示用設定面の動きに連動して動く1つ又は複数の部品（配置手段21の配置する追加部品など）を処理対象として、その部品と他の部品（通常は複数である）との間の干渉をチェックする。

【0035】決定手段23は、二次元断面と三次元断面とを連動して制御するのか否かを決定する。この決定手段23の決定を受けて、実行手段12は、決定手段23が連動制御を決定する場合には、三次元断面の生成に用いる表示用設定面の切り出す物体の二次元断面を生成して、三次元断面と同一ディスプレイ画面に表示し、決定手段23が非連動制御を決定する場合には、それらの表示用設定画面の中から選択される特定の表示用設定面の切り出す物体の二次元断面を生成して、三次元断面と同一ディスプレイ画面上に表示する。

【0036】実行手段12は、二次元断面と三次元断面とを同一ディスプレイ画面上に表示するときに、三次元断面のどの部分であるのかを示しつつ、二次元断面を表示したり、指定される注視点の指す位置を示しつつ、三次元断面と二次元断面とを表示することがある。

【0037】ここで、本発明の物体断面表示装置1の持つ機能は具体的にはプログラムで実現されるものであり、このプログラムは、フロッピィディスクなどに格納されたり、サーバなどのディスクなどに格納され、それから物体断面表示装置1にインストールされてメモリ上で動作することで、本発明を実現することになる。

【0038】このように構成される本発明の物体断面表示装置1では、第1の生成手段15は、部品の面を指定して発行される表示用設定面の生成要求を受けて、その部品との関連付けをとりつつ、その表示用設定面を生成して管理手段11に登録するとともに、既登録の表示用

設定面を指定して発行される新たな表示用設定面の生成要求を受けて、その既登録の表示用設定面との関連付けをとりつつ、その新たな表示用設定面を生成して管理手段11に登録する。

【0039】これにより、管理手段11では、物体を構成する各部品の属性情報（座標位置など）と、物体断面の表示に用いる1つ又は複数の表示用設定面の属性情報（座標位置など）とが、それらの間に定義される関連付け（例えば親子関係にあるという関連付け）とともに同一のデータ構造に従って管理されることになる。

【0040】この管理手段11の管理データを受けて、実行手段12は、管理手段11の管理データに従って、表示用設定面の切り出す物体の三次元断面を生成して、その三次元断面と表示用設定面と管理手段11の管理する関連付けとを端末2のディスプレイ画面に表示する。

【0041】この三次元断面の表示を受けて、ユーザが表示用設定面に対応付けて表示される操作用板や看板をクリックしドラッグすることでその表示用設定面の移動回転を指示したり、部品をクリックしドラッグすることでその部品の移動回転を指示するので、更新手段13は、管理手段11の管理する関連付けを考慮しつつ、管理手段11の管理データを更新する。例えば、管理手段11の管理する関連付けに従って、親となる部品の配置位置を更新するときに、それに連動して子となる表示用設定面の配置位置を更新したり、親となる表示用設定面の配置位置を更新するときに、それに連動して子となる表示用設定面の配置位置を更新する。

【0042】この更新手段13の更新処理を受けて、実行手段12は、ユーザの指示に応答して、端末2のディスプレイ画面に表示する表示用設定面を移動回転しつつ、その表示用設定面の切り出す物体の三次元断面を生成して、それを端末2のディスプレイ画面に表示する。

【0043】このようにして、本発明の物体断面表示装置1では、物体を構成する部品の面から定義される表示用設定面の切り出す物体の三次元断面を生成して表示するとともに、ユーザ操作に応答して表示用設定面を移動回転していくように処理することから、ユーザは自分の必要とする三次元断面をインタラクティブに見ることができるようになる。

【0044】この処理構成を探るときに、編集手段14は、対話処理に従って、ディスプレイ画面に表示される関連付けを編集し、これにより、設定されている関連付けを自在に変更できるようにする構成を探っている。

【0045】また、存在範囲設定手段19は、表示用設定面に対して、その表示用設定面の存在可能な範囲を設定して管理手段11に登録し、これにより、表示用設定面の動きを拘束できるようにする構成を探っている。

【0046】また、切断方向設定手段20は、表示用設定面に対して、物体の切断方向を設定して管理手段11に登録し、これにより、表示用設定面により切り出され

る物体の三次元断面の形態を指定できるようにする構成を探っている。

【0047】また、配置手段21は、表示用設定面に対して、追加部品を配置し、あるいは領域を配置して管理手段11に登録し、これにより、追加部品の配置や領域の配置を検討できるようにする構成を探っている。

【0048】また、チェック手段22は、管理手段11の管理する関連付けに従って表示用設定面の動きに連動して動く1つ又は複数の部品（配置手段21の配置する追加部品など）を処理対象として、その部品と他の部品との間の干渉をチェックし、これにより、表示用設定面の動きに連動して動く部品が他の部品と干渉するのか否かを知ることができるようする構成を探っている。

【0049】また、決定手段23は、二次元断面と三次元断面とを連動して制御するのか否かを決定し、これを受けて、実行手段12は、連動制御が決定される場合には、三次元断面の生成に用いる表示用設定面の切り出す物体の二次元断面を生成し、非連動制御が決定される場合には、それらの表示用設定画面の中から選択される特定の表示用設定面の切り出す物体の二次元断面を生成して、三次元断面と同一ディスプレイ画面上に表示し、これにより、必要となる二次元断面を三次元断面と対応をとりつつ自在に表示できるようする構成を探っている。

【0050】このとき、実行手段12は、三次元断面のどの部分であるのかを示しつつ、二次元断面を表示したり、指定される注視点の指す位置を示しつつ、三次元断面と二次元断面とを表示し、これにより、二次元断面と三次元断面との対応関係が分かるようする構成を探っている。

【0051】更に、この処理構成を探るときに、指定される表示用設定面と部品の持つ特徴点とから、その表示用設定面あるいは1つ前に生成した表示用設定面との関連付けをとりつつ、その特徴点を含む新たな表示用設定面を生成する第2の生成手段16や、指定される表示用設定面に設定される経路情報から、その表示用設定面との関連付けをとりつつ、その経路情報を辿る新たな表示用設定面を生成する第3の生成手段17や、指定される表示用設定面あるいは1つ前に生成した表示用設定面との関連付けをとりつつ、その指定される表示用設定面を連続的に動かすことで生成されることになる新たな表示用設定面を生成する第4の生成手段18が備えられ、これにより、ユーザの必要とする表示用設定面を自動的あるいは半自動的に生成できるようする構成を探っている。

【0052】

【発明の実施の形態】以下、実施の形態に従って本発明を詳細に説明する。

【0053】先ず最初に、本発明の概略的な実施例について説明し、続いて、本発明の詳細な実施例について説

明する。

【0054】図2に、本発明の一実施例を図示する。

【0055】図中、1aは本発明を実装するコンピュータ、2はコンピュータ1の備える端末、3aは端末2の備えるマウス、3bは端末2の備えるキーボード、4は本発明の処理対象となる物体の仮想三次元空間表示用データを格納する処理対象物体データファイル、30は処理対象物体データファイル4に格納される物体データを展開することで生成される仮想三次元空間、31は仮想三次元空間30の空間構造を管理する空間構造管理テーブル、32は本発明を実現するための処理を行う物体断面表示プログラム32である。

【0056】この空間構造管理テーブル31は、仮想三次元空間30に展開される物体の持つ各部品の属性情報と、その物体の断面表示に用いる基準面や断面生成用面の属性情報を同一のものとして管理するものであって、図3に示すようなデータ構造を持つ。

【0057】すなわち、空間構造管理テーブル31は、管理対象のID、名前、種類（部品であるとか、基準面や断面生成用面であるとかといった各種の種類）、親となるもの（部品、基準面、断面生成用面が親となり得る）へのポインタ、子となるもの（部品、基準面、断面生成用面が子となり得る）へのポインタ、単位（mmなど）、絶対位置、絶対姿勢、親から見た位置、親から見た姿勢、存在可能範囲（基準面、断面生成用面に対して設定される）、断面生成向き（基準面、断面生成用面に対して設定される）、形状情報へのポインタ（基準面、断面生成用面については形状情報ではなく、ディスプレイ画面に収まる大きさを計算する再計算アルゴリズムへのポインタが設定される）、材料情報へのポインタ、色、表示色のオン・オフ指示フラグ、名称表示のオン・オフ指示フラグ、半透明表示のオン・オフ指示フラグなどの各種の属性情報を管理する。

【0058】一方、物体断面表示プログラム32は、フロッピィディスクや回線などを介してインストールされるものであって、図4に示すように、端末2のディスプレイ画面に、仮想三次元空間30に展開される物体の外観と、空間構造管理テーブル31に管理される親子関係（部品、基準面、断面生成用面の間に設定される）の情報とを表示しつつ、ユーザの指示に応答して、その物体の内部状態を見せる三次元断面や二次元断面を表示する処理を行う。

【0059】この図4では、基準面や断面生成用面が設定されていない場合を想定しており、空間構造管理テーブル31で管理される親子関係の情報として、三次元表示している「ノートパソコン」が、子となる「液晶部」と「ヒンジ」と「本体」とを持ち、その「液晶部」が、子となる「液晶表示部」と「カバー」とを持ち、その「本体」が、子となる「キーボード」と「パッド」と「カバー」とを持つということを表示している。

【0060】図5ないし図13に、物体断面表示プログラム32の実行する処理フローの一実施例を図示する。次に、この処理フローに従って、本発明の概略について説明する。

【0061】物体断面表示プログラム32は、図4に示したような形態で物体を三次元表示しているときに、ユーザから基準面の設定要求が発行されると、図5(a)の処理フローに示すように、先ず最初に、ステップ1で、カーソルの指す部品の面を特定し、続くステップ2で、その特定した部品を親とする基準面を生成して空間構造管理テーブル31に登録することで、基準面を設定してディスプレイ画面に表示する処理を行う。

【0062】すなわち、図14に示すように、カーソルが部品面（この場合は“fmv-cover-prt”という部品の面）に対応付けられているときを開設されるメニューの中から、マウス3aにより「基準面」の設定要求がクリックされると、図15に示すように、“dtm0012”というIDを持つ基準面を生成して空間構造管理テーブル31に登録することで、基準面を設定してディスプレイ画面に表示するのである。

【0063】ここで、物体断面表示プログラム32は、基準面を示す枠についてはディスプレイ画面に収まる形で決定するように処理している。また、基準面のクリックが容易になるようにするために、設定した基準面に対応付けて、基準面のIDの文字列を配する看板（IDの文字列を配しない構成を探ることもある）を表示するように処理している。ここで、この看板についても、断面生成用面を示す枠と同様に常にディスプレイ画面に表示するように処理している。また、空間構造管理テーブル31に登録する「断面生成向き」については、部品内部への法線方向を示す「+方向」を初期値として登録するように処理している。

【0064】一方、物体断面表示プログラム32は、図4に示したような形態で物体を三次元表示しているときに、ユーザから断面生成用面の設定要求や追加要求が発行されると、図5(b)の処理フローに示すように、先ず最初に、ステップ1で、カーソルの指す面（基準面の場合と、既に設定されている断面生成用面の場合がある）を特定し、続くステップ2で、その特定した面からの移動位置（法線方向の移動位置）を決め、続くステップ3で、その特定した面を親とするその移動位置に位置する断面生成用面を生成して空間構造管理テーブル31に登録することで、断面生成用面を設定してディスプレイ画面に表示する処理を行う。

【0065】すなわち、図16に示すように、カーソルが基準面や既設定の断面生成用面（この場合は“dtm0012”というIDを持つ基準面）に対応付けられているときを開設されるメニューの中から、マウス3aにより断面生成用面の「追加」がクリックされると、図17に示すように、その面からの移動位置（法線方向の移動位

置)を決めることで、図18に示すように、その面を親とする“dtm0012-001”というIDを持つ断面生成用面を生成して空間構造管理テーブル31に登録することで、断面生成用面を設定してディスプレイ画面(ツリー構造に“dtm0012-001”が追加される)に表示するのである。また、図19に示すように、“dtm0012-001”という既設定の断面生成用面を親とする“dtm0012-001-001”というIDを持つ断面生成用面を生成して空間構造管理テーブル31に登録することで、断面生成用面を設定してディスプレイ画面に表示するのである。

【0066】ここで、物体断面表示プログラム32は、断面生成用面を示す枠についてはディスプレイ画面に収まる形で決定するように処理している。また、断面生成用面のクリックが容易になるようにするために、設定した断面生成用面に対応付けて、断面生成用面のIDの文字列を配する看板を表示するように処理している。ここで、この看板についても、断面生成用面を示す枠と同様に常にディスプレイ画面に表示するように処理している。このとき付加するIDは、親のID “dtm0012”に対するID “dtm0012-001”というように、親となる面との関係が分かるような形のものとなっている。また、空間構造管理テーブル31に登録する「断面生成向き」については、親となる面の持つ方向を初期値として登録するように処理している。

【0067】なお、図20に示すように、複数の基準面(図中のa-1, b-1)を設定することも可能であるし、カバーなどのような可動部品に対して基準面(図中のb-1)を設定することも可能である。

【0068】このようにして設定された子となる断面生成用面は、親となる基準面や断面生成用面の拘束を受けることになる。すなわち、子となる面の移動方向は、この実施例の場合、親となる面の法線方向に規制される。また、後述するように、親となる面が移動するときには、それに連動して子となる面も移動することになる。但し、親となる面は子となる面の拘束を受けることなく移動可能である。

【0069】物体断面表示プログラム32は、物体を三次元表示しているときに、このようにして設定される基準面や断面生成用面を線で表示するのではなくて、図21(a)に示すように、半透明色で表示することもある。このとき、親子関係にある面については同一の半透明色で表示することで、親子関係にあることが一目で分かるように表示する。また、親子関係にある面については、図21(b)に示すように、看板を整列した状態で表示することもある。

【0070】このようにして空間構造管理テーブル31に登録された基準面や断面生成用面の持つ親子関係の情報は、物体断面表示プログラム32により、物体の持つ部品と同様な扱いに従って、端末2のディスプレイ画面に表示されることになる。

【0071】例えば、「ノートパソコン」の「液晶部」の「カバー」を親とする基準面“b-1”と、その基準面“b-1”を親とする断面生成用面“b-2”とが設定され、「ノートパソコン」の「本体」の「カバー」を親とする基準面“a-1”と、その基準面“a-1”を親とする断面生成用面“a-2”とが設定される場合には、図22に示すように、その親子関係の情報が端末2のディスプレイ画面に表示されることになる。

【0072】図18に示すように、基準面や断面生成用面を表示しつつ物体を三次元表示しているときに、ユーザーがマウス3aを使って断面生成用面の看板(面のIDを配するもの)をクリックしドラッグすることで、断面生成用面の移動要求(基準面に対する移動要求も許可しており、以下に述べる同様な処理が行われる)を発行すると、物体断面表示プログラム32は、図6の処理フローに示すように、先ず最初に、ステップ1で、マウス3aの移動量(移動方向も含む)を検出し、続くステップ2で、移動要求のある断面生成用面に対して設定されている存在可能範囲(空間構造管理テーブル31の管理する「存在可能範囲」)に入ることを条件にして、検出した移動量に従って、空間構造管理テーブル31の管理する情報(位置情報/姿勢情報)を更新することで、移動要求のある断面生成用面の位置を移動する。

【0073】すなわち、空間構造管理テーブル31では、「存在可能範囲」に従って、図23に示すように、断面生成用面の存在する範囲(移動方向における存在範囲)を規定することがあるので、この「存在可能範囲」が登録されているときには、その登録されている「存在可能範囲」の条件を充足する範囲内で断面生成用面の移動処理を実行するのである。

【0074】ここで、この「存在可能範囲」の登録処理は、ユーザーが、登録対象の断面生成用面(基準面のこともある)を指定しその位置を決めて、図24に示すメニューに従って「上限指定」とび「下限指定」の設定要求を発行すると、物体断面表示プログラム32が、その「上限指定」とび「下限指定」で指定される位置を空間構造管理テーブル31に登録することで実行することになる。

【0075】続いて、ステップ3で、空間構造管理テーブル31を参照することで、移動要求のある断面生成用面に対して、子となる断面生成用面が設定されているのか否かをチェックして、子となる断面生成用面が設定されている場合には、ステップ4に進んで、子となる断面生成用面に対して設定されている存在可能範囲に入る条件にして、検出した移動量に従って空間構造管理テーブル31の管理する情報(位置情報/姿勢情報)を更新することで、子となる断面生成用面の位置を移動する。

【0076】続いて、ステップ5で、空間構造管理テーブル31を参照することで、ステップ4で処理した断面

生成用面に対して、子となる断面生成用面が設定されているのか否かをチェックして、子となる断面生成用面が設定されている場合には、ステップ4に戻って、その子となる断面生成用面に対して設定されている存在可能範囲に入ることを条件にして、検出した移動量に従って空間構造管理テーブル31の管理する情報（位置情報／姿勢情報）を更新することで、その子となる断面生成用面の位置を移動する。

【0077】そして、ステップ5／ステップ3で、子となる断面生成用面が設定されていないことを判断する場合には、ステップ6に進んで、ユーザから移動処理終了が指示されたのか否かを判断して、指示されたことを判断するときには、処理を終了し、指示されないことをステップ1に戻って、移動要求のある断面生成用面の移動を続行していく。

【0078】このようにして、物体断面表示プログラム32は、例えば、図25に示すように、「ノートパソコン」の「本体」の面を親とする基準面“a-1”と、その基準面“a-1”を親とする断面生成用面“a-2”と、その断面生成用面“a-2”を親とする断面生成用面“a-3”とが設定されている場合に、ユーザの指示に従って断面生成用面“a-2”を移動（基準面“a-1”的法線方向がその移動方向となる）するときには、その移動に連動して、断面生成用面“a-2”的子となる断面生成用面“a-3”を移動（基準面“a-1”的法線方向がその移動方向となる）していくように処理するのである。

【0079】そして、空間構造管理テーブル31が基準面及び断面生成用面を物体の部品と同一のデータ構造で管理する構成を探っていることから分かるように、物体断面表示プログラム32は、例えば、図26に示すように、「ノートパソコン」の「本体」の「カバー」を親とする基準面“b-1”と、その基準面“b-1”を親とする断面生成用面“b-2”とが設定されている場合に、ユーザの指示に従ってその「カバー」を開閉するときには、その開閉に連動して、その「カバー」の子となる基準面“b-1”と、その基準面“b-1”的子となる断面生成用面“b-2”とを、「カバー」の動きと同じように動かしていくように処理するのである。

【0080】図18に示すように、基準面や断面生成用面を表示しつつ物体を三次元表示しているときに、ユーザから物体断面の表示要求が発行されると、物体断面表示プログラム32は、図7の処理フローに示すように、先ず最初に、ステップ1で、空間構造管理テーブル31を参照することで、設定されている基準面及び断面生成用面の断面生成向きを特定する。

【0081】すなわち、図27に示すように、カーソルが基準面や断面生成用面に対応付けられているときに開設されるメニューの中から、ユーザがマウス3aにより「断面表示」の「有効」をクリックすることで、メニュー開設元となった面の断面生成向きの変更要求が発行されると、その断面生成向きを変更（反転）するのである。

面の表示要求が発行されると、空間構造管理テーブル31を参照することで、設定されている基準面及び断面生成用面の断面生成向きを特定するのである。

【0082】続いて、ステップ2で、この特定した断面生成向きから、物体断面の生成に用いる面を決定する。

【0083】例えば、図28(a)に示すように、面1の断面生成向きが+方向で、面1よりも+方向に位置する面2の断面生成向きが+方向である場合には、物体断面の生成に用いる面として面2を決定する。また、図28(b)に示すように、面1の断面生成向きが+方向で、面1よりも+方向に位置する面2の断面生成向きが+方向で、面2よりも+方向に位置する面3の断面生成向きが+方向である場合には、物体断面の生成に用いる面として面3を決定する。

【0084】また、図28(c)に示すように、面1の断面生成向きが+方向で、面1よりも+方向に位置する面2の断面生成向きが-方向である場合には、物体断面の生成に用いる面として面1及び面2を決定する。また、図28(d)に示すように、面1の断面生成向きが+方向で、面1よりも+方向に位置する面2の断面生成向きが+方向で、面2よりも+方向に位置する面3の断面生成向きが-方向である場合には、物体断面の生成に用いる面として面2及び面3を決定する。

【0085】続いて、ステップ3で、この決定した面の規定する物体断面（面の位置・姿勢・断面生成向きにより規定される）を生成して、端末2のディスプレイ画面に表示する。例えば、図29に示すように、物体断面の生成に用いる面として“dtm0012-001”が決定される場合には、この面の規定する物体断面を生成して端末2のディスプレイ画面に表示するのである。

【0086】続いて、ステップ4で、断面生成向きの変更要求があるのか否かを判断して、変更要求があることを判断するときには、ステップ5に進んで、指定される面の断面生成向きを変更（反転）して、空間構造管理テーブル31に登録する。

【0087】すなわち、図29に示すように、カーソルが基準面や断面生成用面に対応付けられているときに開設されるメニューの中から、ユーザがマウス3aにより「断面表示」の「反転」をクリックすることで、メニュー開設元となった面の断面生成向きの変更要求が発行されると、その断面生成向きを変更（反転）するのである。

【0088】このステップ5の処理に従って断面生成向きが変更されると、続くステップ6を介してステップ1に戻っていくことで、それまでに表示していた物体断面とは異なる物体断面を表示することになる。例えば、図29に示す面“dtm0012-001”的断面生成向きが変更される場合には、図29に示す物体断面に代えて、図30に示すような物体断面を表示するのである。

【0089】そして、続くステップ6で、物体断面の表

示終了の指示が発行されたのか否かを判断して、発行されたときには、処理を終了し、発行されないときには、ステップ1に戻っていく。

【0090】このようにして、物体断面表示プログラム32は、ユーザから物体断面の表示要求が発行されると、図31に示すように、基準面及び断面生成用面の切り出す物体の三次元断面を求めて、それを端末2のディスプレイ画面に表示していくように処理するのである。

【0091】物体断面表示プログラム32は、図32に示すように、空間構造管理テーブル31に対して、面位置（面の移動方向の位置）に依存する「断面生成向き」を登録することも可能である。

【0092】このような「断面生成向き」が登録されると、例えば、図33に示すように、子となる断面生成用面“a-3”を持つ断面生成用面“a-2”がユーザ操作に応答して移動されると、移動前は、断面生成用面“a-3”と断面生成用面“a-2”とで切り出される物体断面が表示されていたのに対して、移動後は、断面生成用面“a-2”と基準面“a-1”とで切り出される物体断面が表示されることになるというような制御が実現できるようになる。

【0093】図18に示すように、基準面や断面生成用面を表示しつつ物体を三次元表示しているときには、ユーザから二次元断面の生成に用いる面を指定して物体の三次元断面の表示要求が発行されると、物体断面表示プログラム32は、図8の処理フローに示すように、先ず最初に、ステップ1で、指定される面の規定する物体の二次元画面を生成する。

【0094】すなわち、図27に示すように、カーソルが基準面や断面生成用面に対応付けられているときに開設されるメニューの中から、ユーザがマウス3aにより「断面表示」の「断面図」をクリックすることで、二次元断面の生成に用いる面（メニューの開設元となった面）を指定して物体の二次元断面の表示要求が発行されると、この指定される面の規定する物体の二次元断面（面の位置・姿勢・断面生成向きにより規定される）を生成するのである。

【0095】続いて、ステップ2で、物体の三次元断面を表示するディスプレイ画面に二次元断面表示ウィンドウを開設して、そこに生成した二次元断面を表示する。すなわち、図34に示すように、物体の三次元断面と二次元断面とを同一ディスプレイ画面上に表示するのである。

【0096】続いて、ステップ3で、二次元断面の生成に用いる面の変更要求があるのか否かを判断して、変更要求があることを判断するときには、ステップ4に進んで、二次元断面の生成に用いる新たな面を設定してからステップ1に戻ることで、その新たな面で切り出される二次元断面を表示するように処理する。

【0097】すなわち、図35に示すように、二次元断

面表示ウィンドウには、二次元断面の生成に用いる面の選択ボタンが設けられているので、ユーザがそのボタンを操作することで二次元断面の生成に用いる新たな面（設定されている基準面及び断面生成用面の中から選択する）を設定してくる場合には、その新たな面で切り出される二次元断面を表示するように処理するのである。

【0098】一方、ステップ3で、二次元断面の生成に用いる面の変更要求がないことを判断するときには、ステップ4に進んで、二次元断面の表示終了の指示が発行されたのか否かを判断して、発行されたときには、処理を終了し、発行されないときには、ステップ3に戻っていく。

【0099】このようにして、物体断面表示プログラム32は、ユーザから物体の二次元断面の表示要求が発行されると、基準面及び断面生成用面の中から選択される特定の面の切り出す物体の三次元断面を求めて、それを三次元断面と同一のディスプレイ画面に表示していくように処理するのである。

【0100】この物体断面の表示構成を探るときに、物体断面表示プログラム32は、表示中の二次元断面が同時に表示している三次元断面のどの部分に対応しているのかが分かるような形態で表示処理を行う。例えば、図36に示すように、三次元断面中に二次元断面の対応箇所を明示するように処理する。これにより、ユーザは、三次元断面と二次元断面との対応関係を一目で理解できるようになる。

【0101】また、物体断面表示プログラム32は、表示中の二次元断面上で注視点などの点が指定されると、三次元断面にもその点を表示するように処理するとともに、表示中の三次元断面で注視点などの点が指定されると、二次元断面にもその点を表示するように処理する。すなわち、図37に示すように、一方の断面上で指定された点を、もう一方の断面にも表示するように処理する。これにより、ユーザは、指定した注視点などの点の位置関係を一目で理解できるようになる。

【0102】更に、この物体断面の表示構成を探るときに、物体断面表示プログラム32は、三次元断面と二次元断面との表示を連動させる構成を探ることがあり、そして、この連動表示モードと非連動表示モードとをユーザに選択させる構成を探ることがある。

【0103】図34に示すディスプレイ画面に表示される二次元断面は、基準面及び断面生成用面の中から選択される特定の面の切り出す物体の二次元断面であり、三次元断面と二次元断面とが連動していない。これに対して、三次元断面と二次元断面とを連動させるモードが設定されている場合には、物体断面表示プログラム32は、三次元画面の生成に用いた面の切り出す二次元断面を生成して表示することになる。

【0104】例えば、図38に示すように、表示対象が貫通孔を持つ直方体である場合にあって、三次元断面の

生成に用いる面として面1と面2とが設定されているときに、物体断面表示プログラム32は、非運動表示モードに設定されているときには、指定されるいずれかの面（この例では面2）の断面生成向きに応じた二次元断面を生成して表示するのに対して、運動表示モードに設定されているときには、三次元断面の生成に用いる面1及び面2の断面生成向きに応じた二次元断面を生成して表示することになる。

【0105】すなわち、運動モードと非運動モードというモードを持つ場合には、物体断面表示プログラム32は、物体断面の表示要求が発行されると、図9の処理フローに示すように、先ず最初に、ステップ1で、運動表示モードに設定されているのか否かを判断して、非運動モードに設定されていることを判断するときには、ステップ2に進んで、上述した図7の処理フローに従って、基準面及び断面生成用面から物体の三次元断面を生成してディスプレイ画面に表示し、続くステップ3で、上述した図8の処理フローに従って、基準面及び断面生成用面の中から選択される特定の面から物体の二次元断面を生成してディスプレイ画面に表示する。

【0106】そして、ステップ1で運動表示モードに設定されていることを判断するときには、ステップ4に進んで、上述した図7の処理フローに従って、基準面及び断面生成用面から物体の三次元断面を生成してディスプレイ画面に表示し、続くステップ3で、基準面及び断面生成用面から物体の二次元断面を生成してディスプレイ画面に表示するよう処理することになる。

【0107】図18に示すように、基準面や断面生成用面を表示しつつ物体を三次元表示しているときに、ユーザーからディスプレイ画面に表示する親子関係のツリー構造の編集要求が発行されると、物体断面表示プログラム32は、図10の処理フローに示すように、先ず最初に、ステップ1で、ユーザーによりクリックされた要素（部品、基準面、断面生成用面）を特定することで、変更対象となる要素を特定する。

【0108】続いて、ステップ2で、ユーザーにより、そのクリックされた要素の配置先が選択されることで、そのクリックされた要素の新たな親となる要素（部品、基準面、断面生成用面）が選択されるのを待って、新たな親となる要素が選択されることを判断すると、続くステップ3で、その新たな親となる要素に従って、空間構造管理テーブル31に管理される変更対象の要素の持つ情報（「親へのポインタ」／「親から見た位置」／「親から見た姿勢」）を更新することで、変更対象となる要素の親を変更する。

【0109】このようにして、物体断面表示プログラム32は、例えば、図39の上段に示すような親子関係のツリー構造を表示するときにあって、ユーザーから、断面生成用面“a-1”（子として断面生成用面“a-1-1”を持つ）の親を基準面1から基準面2に変更する要

求があると、図39の下段に示すように、その変更要求に従って、断面生成用面“a-1”的親を基準面1から基準面2に変更するように処理するのである。

【0110】このようにして親が変更されると、それに応じて移動方向が変更されることが起こる。例えば、図40に示すように、基準面1から基準面2に親を変更する場合に、基準面1の法線方向と基準面2の法線方向とが異なる場合には、基準面1の法線方向として定義されていたそれまでの移動方向Φの代わって、基準面2の法線方向として定義される移動方向Φが新たな移動方向となることになる。

【0111】図5（b）の処理フローで説明したように、物体断面表示プログラム32は、ユーザーと対話することで断面生成用面を生成する構成を探ったが、図11ないし図13の処理フローに従って、この断面生成用面を自動的あるいは半自動的に生成する処理を行う機能も有している。次に、この処理について説明する。

【0112】物体断面表示プログラム32は、図11の処理フローに従う場合には、先ず最初に、ステップ1で、図5（a）の処理フローと同様な処理を実行することで基準面を設定する。続いて、ステップ2で、基準面の法線方向を検索方向にして、物体の特徴点が出現する位置を検出し、続くステップ3で、その位置で、基準面（あるいは、1つ前に生成した断面生成用面）を親とする断面生成用面を生成する。

【0113】続いて、ステップ4で、物体の終わりとなる位置まで検索を行ったのか否かを判断して、物体の終わりとなる位置まで検索を行った場合には、処理を終了し、行っていない場合には、ステップ2に戻っていく。

【0114】このようにして、物体断面表示プログラム32は、図11の処理フローに従う場合には、図41に示すように、孔の中心位置といったような物体の特徴点の出現位置で、断面生成用面を自動生成していくように処理するのである。通常の場合、このような位置での断面表示が必要とされるので、この機能を用意している。なお、図41では、物体の段差部分を特徴点に含めないことを想定しているが、この段差部分についても特徴点として取り扱うことも可能である。

【0115】一方、物体断面表示プログラム32は、図12の処理フローに従う場合には、先ず最初に、ステップ1で、図5（a）の処理フローと同様な処理を実行することで基準面を設定する。続いて、ステップ2で、ユーザーと対話することなどにより最大移動量を設定する。続いて、ステップ3で、基準面の法線方向に規定量移動した位置を求めて、その位置で、基準面（あるいは、1つ前に生成した断面生成用面）を親とする断面生成用面を生成する。

【0116】続いて、ステップ4で、設定した最大移動量に到達したのか否かを判断して、最大移動量に到達した場合には、処理を終了し、到達していない場合には、

ステップ3に戻っていく。

【0117】このようにして、物体断面表示プログラム32は、図12の処理フローに従う場合には、一定量移動した位置で、断面生成用面を自動生成していくように処理するのである。

【0118】一方、物体断面表示プログラム32は、図13の処理フローに従う場合には、先ず最初に、ステップ1で、部品の面などに対応付けて動作面を設定する。続いて、ステップ2で、動作面に直立する形で基準面（あるいは親となる断面生成用面）を設定する。続いて、ステップ3で、ユーザと対話することなどにより基準面（あるいは親となる断面生成用面）に自在なパスを持つ経路を設定する。

【0119】続いて、ステップ4で、その経路に沿って規定量移動した位置を求め、続くステップ5で、その位置で、経路方向を法線方向とする断面生成用面を生成する。続いて、ステップ6で、経路の終わりに到達したのか否かを判断して、経路の終わりに到達した場合には、処理を終了し、到達していない場合には、ステップ4に戻っていく。

【0120】このようにして、物体断面表示プログラム32は、図13の処理フローに従う場合には、図42に示すように、基準面（あるいは親となる断面生成用面のこともある）に設定される経路に沿った位置で、断面生成用面を自動生成していくように処理するのである。このようにして生成される断面生成用面は、経路情報の設定される基準面が親となり、その拘束を受けることになる。すなわち、基準面が移動する場合には、それに連動して移動することになる。プリンタの用紙搬送路などを検討する場合、このような位置での断面表示が必要とされるので、この機能を用意している。

【0121】更に、物体断面表示プログラム32は、物体の断面表示機能に加えて、物体に対して部品を追加する場合や、物体の部品を再配置する場合に、それが物体の持つ部品と干渉するのか否かを検討できるようにする機能を持っている。

【0122】この機能は、具体的には、図43(a)に示すように、ユーザ操作により自由に移動が可能となる断面生成用面に追加部品を配置したり、図43(b)に示すように、ユーザ操作により自由に移動が可能となる断面生成用面に領域を配置することで実現する。

【0123】上述したように、空間構造管理テーブル31は、基準面及び断面生成用面を物体の部品と同一のデータ構造で管理する構成を採っており、これから、ユーザは、追加部品の形状情報などを定義した後に、上述した親子関係のツリー構造を編集する機能を使いつつ、その追加部品を断面生成用面の子として配置することで、断面生成用面に追加部品を配置することができる。同様に、ユーザは、厚みのない追加部品を定義した後に、上述した親子関係のツリー構造を編集する機能を使いつ

つ、その追加部品を断面生成用面の子として配置することで、断面生成用面に領域を配置することができる。

【0124】物体断面表示プログラム32は、このようにして断面生成用面に配置された追加部品と、物体の持つ部品とが干渉するのか否かを探索することで、その追加部品の追加できる領域を抽出して、それを物体の三次元表示に対応付けて表示する。例えば、図44に示すように、指定される探索範囲で、この探索を行って、その追加部品の追加できる領域を抽出して、それを物体の三次元表示に対応付けて表示するのである。このとき、この断面生成用面に連動して動く部品がある場合には、それを含めつつこの干渉チェック処理を行うことになる。

【0125】以上に説明した実施例では、断面生成用面を移動させることを具体例にして説明したが、本発明は、断面生成用面を回転させる場合にもそのまま適用できることは言うまでもない。

【0126】上述したように、空間構造管理テーブル31では、物体の「絶対位置」／「絶対姿勢」／「親から見た位置」／「親から見た姿勢」を管理するが、コンピュータ上に構築される仮想三次元空間では、これらの情報は行列で表現されるものであって、移動処理と回転処理とでは、その行列値が異なるだけのものとなる。これから、実施例で説明した本発明の全ての処理は、回転処理に対してもそのまま適用できるのである。

【0127】従って、子となる断面生成用面は、親となる断面生成用面とは独立に回転可能となるが、親からの制約を受けて、親となる断面生成用面が回転するときは、その回転に連動して子となる断面生成用面も回転することになる。

【0128】次に、本発明の詳細な実施例について説明する。

【0129】以上に説明したことから分かるように、本発明を具備するコンピュータ1aは、図45に示すような機能ブロックを持つ。

【0130】すなわち、本発明を具備するコンピュータ1aは、マウス等の入力装置100と、CRTなどのディスプレイ101と、処理対象物体や基準面や断面生成用面のデータを格納する物体等データファイル102と、物体等データファイル102のデータが展開されることで構築される仮想三次元空間103と、全体の制御を司る基本制御部104と、処理対象物体や基準面や断面生成用面のデータを入力する物体等データ入力部105と、処理対象物体や基準面や断面生成用面のデータを物体等データファイル102に記録する物体等データ記録部106と、処理対象物体と基準面と断面生成用面との間の関連付けを制御する関連付け制御部107と、基準面や断面生成用面を作成する基準面等作成部108と、基準面等作成部108の作成した基準面や断面生成用面を管理する基準面等管理部109と、物体の三次元断面を生成する三次元断面生成部110と、物体の二次

元断面を生成する二次元断面生成部111と、三次元断面と二次元断面の連動表示・非連動表示を制御する連動制御部112と、指定される部品と物体との間の干渉チェックを行う干渉チェック部113と、作業過程のデータを格納する作業過程データファイル114と、ユーザの実行した作業過程を記録し再現する作業過程記録・再現部115とを備える。

【0131】図46ないし図62に、図45の機能ブロックを構成する物体断面表示プログラム32が本発明を実現するために実行する詳細な処理フローの一実施例を図示する。次に、この処理フローについて説明する。

【0132】物体断面表示プログラム32は、起動されると、図46の処理フロー（メインフロー）に示すように、先ず最初に、ステップ1で、新規作業であるのか否かを判断して、新規作業であることを判断するときには、ステップ2に進んで、物体等データファイル102から新規処理の処理対象物体のデータを読み込む。

【0133】一方、新規作業でないことを判断するときには、ステップ3に進んで、ユーザが作業過程を必要としているのか否かを判断して、作業過程を必要としていることを判断するときには、ステップ4に進んで、物体等データファイル102から処理対象物体と基準面と断面生成用面のデータを読み込むとともに、作業過程データファイル114から作業過程のデータを読み込む。一方、作業過程を必要としていないことを判断するときには、ステップ5に進んで、物体等データファイル102から処理対象物体と基準面と断面生成用面のデータを読み込む。そして、続くステップ6で、読み込んだ情報についての関連付けの情報（親子関係の情報）を再現する。

【0134】ステップ2／ステップ6の処理を終了すると、続いて、ステップ7で、読み込んだデータを元に画像を表示する。続いて、ステップ8で、ユーザからの指示を保持するキューをチェックし、続くステップ9で、ユーザからの指示がキューイングされているのか否かを判断して、キューイングされていないことを判断するときには、ステップ8に戻り、キューイングされていることを判断するときには、ステップ10に進んで、ユーザから指示される処理を実行する。

【0135】以下に説明する処理フローに従って、ユーザから指示される処理を終了すると、ステップ11に進んで、ユーザから処理終了要求が発行されたか否かを判断して、処理終了要求が発行されたこと判断するときは、処理を終了し、発行されないことを判断するときは、ステップ8に戻ることで、処理を続行する。

【0136】図47の処理フローに示すように、図46の処理フローのステップ10で実行する処理には、基準面・断面生成用面を追加する処理（ステップ20）と、基準面・断面生成用面を複製する処理（ステップ21）と、基準面・断面生成用面の存在可能領域を指定する処

理（ステップ22）と、特定の基準面・断面生成用面を基準にした特徴抽出と、それを基にした基準面・断面生成用面を自動／半自動生成する処理（ステップ23）と、特定の基準面・断面生成用面・部品を移動回転する処理（ステップ24）と、特定の基準面・断面生成用面に経路を指定する処理（ステップ25）と、特定の基準面・断面生成用面に定義した経路に沿って移動する処理（ステップ26）と、特定の基準面・断面生成用面を自動的に連続移動回転する処理（ステップ27）と、特定の基準面・断面生成用面の断面生成方向を指定する処理（ステップ28）と、特定の基準面・断面生成用面に部品又は領域を追加する処理（ステップ29）と、部品群の存在可能箇所を探索する処理（ステップ30）と、画面表示内容を更新する処理（ステップ31）と、特定の基準面・断面生成用面と二次元断面図の同時描画に関連した処理（ステップ32）とがある。

【0137】ここで、上述したことから分かるように、基準面とは、断面生成用面を設定するために部品面から最初に設定することになる面を言うものであるが、この基準面もまた移動回転可能であることが分かるよう、基準面と断面生成用面との間に本質的な差異はなく、これから、以下の説明では、この2つを特に区別して表現してはない。

【0138】次に、これらの各処理の詳細について説明する。

【0139】ユーザから、基準面・断面生成用面を追加する処理（ステップ20）が指示されると、図48の処理フローに示すように、先ず最初に、ステップ200で、追加対象（部品or基準面or断面生成用面）を取得する。続いて、ステップ201で、追加対象が部品であるのか、基準面・断面生成用面であるのかを判断して、追加対象が基準面・断面生成用面であることを判断するときには、ステップ202に進んで、追加元となる基準面・断面生成用面の情報を取得する。

【0140】続いて、ステップ203で、追加対象と追加元との間の関連付けの情報（親子関係の情報）を生成し、続くステップ204で、両者の間の位置・姿勢関係を算出する。続いて、ステップ205で、それらに応じて仮想三次元空間の内容を更新する。続いて、ステップ206で、現在の視点、注視点、描画領域のウィンドウサイズから、基準面・断面生成用面の描画用データを生成し、続くステップ207で、それに応じて表示を更新して、メインフローに戻る。

【0141】このようにして、ユーザから、基準面・断面生成用面を追加する指示が発行さされると、物体断面表示プログラム32は、それに応答して、基準面・断面生成用面を追加していくように処理するのである。

【0142】また、ユーザから、基準面・断面生成用面を複製する処理（ステップ21）が指示されると、図48の処理フローに示すように、先ず最初に、ステップ2

10で、複製元となる基準面・断面生成用面の情報を取得する。

【0143】続いて、ステップ203で、複製対象と複製元との間の関連付けの情報（親子関係の情報）を生成し、続くステップ204で、両者の間の位置・姿勢関係を算出する。続いて、ステップ205で、それらに応じて仮想三次元空間の内容を更新する。続いて、ステップ206で、現在の視点、注視点、描画領域のウィンドウサイズから、基準面・断面生成用面の描画用データを生成し、続くステップ207で、それに応じて表示を更新して、メインフローに戻る。

【0144】このようにして、ユーザから、基準面・断面生成用面を複製する指示が発行されると、物体断面表示プログラム32は、それに応答して、基準面・断面生成用面を複製していくように処理するのである。

【0145】また、ユーザから、基準面・断面生成用面の存在可能領域を指定する処理（ステップ22）が指示されると、図49の処理フローに示すように、先ず最初に、ステップ220で、対話処理に従って存在可能領域の情報を取得する。続いて、ステップ221で、その取得した情報に従って存在可能領域の情報を更新する。続いて、ステップ222で、現在位置が域外であるのか否かを判断して、域外であることを判断するときには、ステップ223に進んで、最も近い領域内となる位置を算出し、それに従って現在位置を更新する。域内であることを判断するときには、そのままの位置とする。

【0146】続いて、ステップ224で、現在位置を更新したことに対応させて、関連付けの情報（親子関係の情報）を生成し、続くステップ225で、両者の間の位置・姿勢関係を算出する。続いて、ステップ226で、それらに応じて仮想三次元空間の内容を更新する。続いて、ステップ227で、現在の視点、注視点、描画領域のウィンドウサイズから、基準面・断面生成用面の描画用データを生成し、続くステップ228で、それに応じて表示を更新して、メインフローに戻る。

【0147】このようにして、ユーザから、基準面・断面生成用面の存在可能領域を指定する処理の実行が指示されると、物体断面表示プログラム32は、それに応答して、基準面・断面生成用面の存在可能領域を指定していくように処理するのである。

【0148】また、ユーザから、特定の基準面・断面生成用面を基準にした特徴抽出と、それを基にした基準面・断面生成用面を自動／半自動生成する処理（ステップ23）が指示されると、図50の処理フローに示すように、先ず最初に、ステップ230で、基準面・断面生成用面の情報より、特徴抽出方向を決定する。続いて、ステップ231で、決定した抽出方向に基づき、物体の存在領域を算出する。

【0149】続いて、ステップ232で、決定した抽出方向と算出した物体の存在領域とから、抽出すべき部品

リストを生成し、続くステップ233で、生成した部品リストをもとに、個々の部品から特徴点を抽出する。続いて、ステップ234で、抽出した特徴点を含む形態で基準面・断面生成用面を生成し、続くステップ235で、関連付けの情報（親子関係の情報）を生成するとともに、親となるものとの間の位置・姿勢関係を算出する。

【0150】続いて、ステップ236で、それに応じて仮想三次元空間の内容を更新し、続くステップ237で、現在の視点、注視点、描画領域のウィンドウサイズから、基準面・断面生成用面の描画用データを生成し、続くステップ238で、それに応じて表示を更新して、メインフローに戻る。

【0151】このようにして、ユーザから、特定の基準面・断面生成用面を基準にした特徴抽出と、それを基にした基準面・断面生成用面を自動／半自動生成する処理（ステップ23）が指示されると、物体断面表示プログラム32は、それに応答して、物体の特徴点を抽出して基準面・断面生成用面を自動／半自動生成するとともに、それにより求まる物体断面を表示していくように処理するのである。

【0152】また、ユーザから、特定の基準面・断面生成用面・部品を移動回転する処理（ステップ24）が指示されると、図50の処理フローに示すように、先ず最初に、ステップ240で、動作対象の関連付け情報を取得し、続くステップ241で、その取得した関連付け情報と動作指示内容とにより、動作を反映させる対象（基準面・断面生成用面・部品）とその分量を算出する。

【0153】続いて、ステップ236で、それに応じて仮想三次元空間の内容を更新し、続くステップ237で、現在の視点、注視点、描画領域のウィンドウサイズから、基準面・断面生成用面の描画用データを生成し、続くステップ238で、それに応じて表示を更新して、メインフローに戻る。

【0154】このようにして、ユーザから、特定の基準面・断面生成用面・部品を移動回転する処理（ステップ24）が指示されると、物体断面表示プログラム32は、それに応答して、子となるものについても移動回転しつつ、特定の基準面・断面生成用面・部品を移動回転していくように処理するのである。

【0155】また、ユーザから、特定の基準面・断面生成用面に経路を指定する処理（ステップ25）が指示されると、図51の処理フローに示すように、先ず最初に、ステップ250で、経路指定用の画面（二次元表示）を開く。続いて、ステップ251で、ユーザによる経路指定が続行しているのか否かを判断して、経路指定が続行していることを判断するときには、ステップ252に進んで、ユーザによる経路の指定を入力する。

【0156】続いて、ステップ253で、経路指定用画面と仮想三次元空間の基準面・断面生成用面に経路情報

を付加し、続くステップ254で、経路指定用画面と仮想三次元空間の表示を更新してからステップ251に戻る。

【0157】そして、ステップ251で、ユーザによる経路指定が終了することを判断するときには、ステップ255に進んで、経路情報を確定し、続くステップ256で、表示を更新してメインフローに戻る。

【0158】このようにして、ユーザから、特定の基準面・断面生成用面に経路を指定する処理（ステップ25）が指示されると、物体断面表示プログラム32は、それに応答して、特定の基準面・断面生成用面に経路を指定していくように処理するのである。

【0159】また、ユーザから、特定の基準面・断面生成用面に定義した経路に沿って移動する処理（ステップ26）が指示されると、図52の処理フローに示すように、先ず最初に、ステップ260で、経路情報を取得し、続くステップ261で、対話処理などに従って移動単位情報を取得する。続いて、ステップ262で、取得した経路に沿って取得した移動単位を移動させていくことで求まる基準面・断面生成用面の移動箇所群と、その各箇所毎の面の向き（法線ベクトル）を決定する。

【0160】続いて、ステップ263で、次の移動箇所があるのか否かを判断して、次の移動箇所があることを判断するときには、続くステップ264で、次の移動箇所の基準面・断面生成用面に従って仮想三次元空間の内容を更新する。続いて、ステップ265で、現在の視点、注視点、描画領域のウィンドウサイズから、基準面・断面生成用面の描画用データを生成し、続くステップ266で、それに応じて表示を更新してからステップ263に戻る。そして、ステップ263で、次の移動箇所がないことを判断するときには、メインフローに戻る。

【0161】このようにして、ユーザから、特定の基準面・断面生成用面に定義した経路に沿って移動する処理（ステップ26）が指示されると、物体断面表示プログラム32は、それに応答して、その定義した経路に沿って移動することで基準面・断面生成用面を生成するとともに、それに応じて求まる物体断面を例えば連続的に表示していくように処理するのである。

【0162】また、ユーザから、特定の基準面・断面生成用面を自動的に連続移動回転する処理（ステップ27）が指示されると、図53及び図54の処理フローに示すように、先ず最初に、ステップ270で、対話処理などに従って移動・回転単位情報を取得する。続いて、ステップ271で、移動処理が指示されたのか回転処理が指示されたのか判断して、移動処理が指示されたことを判断するときには、ステップ272に進んで、存在可能領域の指定がされていないのか否かを判断する。

【0163】この判断処理に従って、存在可能領域の指定がないことを判断するときには、ステップ273に進んで、基準面・断面生成用面と部品の関連付け情報によ

り移動方向を決定（親の法線ベクトル方向を移動方向として決定する）して、その移動方向における物体の存在領域（存在する領域）を算出し、続くステップ274で、その存在領域内をその移動方向に沿ってその移動単位に従って移動させていくことで求まる移動箇所群を決定する。

【0164】一方、この判断処理に従って、存在可能領域の指定があることを判断するときには、ステップ275に進んで、基準面・断面生成用面と部品の関連付け情報により移動方向を決定し、続くステップ276で、その指定される存在可能領域をその移動方向に沿ってその移動単位に従って移動させていくことで求まる移動箇所群を決定する。

【0165】そして、ステップ271で、回転処理が指示されたことを判断するときには、ステップ277に進んで、存在可能領域の指定がされていないのか否かを判断して、存在可能領域の指定がないことを判断するときには、ステップ278に進んで、取得した回転単位に従って回転していくことで求まる回転箇所群を決定する。

【0166】一方、この判断処理に従って、存在可能領域の指定があることを判断するときには、ステップ279に進んで、その指定される存在可能領域を取得した回転単位に従って回転していくことで求まる回転箇所群を決定する。

【0167】ステップ274／ステップ276／ステップ278／ステップ279の処理を終了すると、続いて、ステップ279-1で、次の移動回転箇所があるのか否かを判断して、次の移動回転箇所があることを判断するときには、続くステップ279-2で、次の移動回転箇所の基準面・断面生成用面に従って仮想三次元空間の内容を更新する。

【0168】続いて、ステップ279-3で、現在の視点、注視点、描画領域のウィンドウサイズから、基準面・断面生成用面の描画用データを生成し、続くステップ279-4で、それに応じて表示を更新してから、ステップ279-1に戻る。そして、ステップ279-1で、次の移動回転箇所がないことを判断するときには、メインフローに戻る。

【0169】このようにして、ユーザから、特定の基準面・断面生成用面を自動的に連続移動回転する処理（ステップ27）が指示されると、物体断面表示プログラム32は、それに応答して、特定の基準面・断面生成用面を自動的に連続移動回転することで基準面・断面生成用面を生成するとともに、それに応じて求まる物体断面を例えば連続的に表示していくように処理するのである。

【0170】また、ユーザから、特定の基準面・断面生成用面の断面生成方向を指定する処理（ステップ28）が指示されると、図55の処理フローに示すように、先ず最初に、ステップ280で、ユーザから指定される断面生成方向を取得する。続いて、ステップ281で、1

つ前の状態の基準面・断面生成用面の断面生成方向を取得し、続くステップ282で、現在位置及び姿勢を取得する。

【0171】続いて、ステップ283で、1つ前の状態と現在の状態とから、指定された断面生成方向を適用する場合の状態変化の方向を決定し記録する。続いて、ステップ284で、断面生成方向が変化した場合には、新たな断面表示用画像を生成し、続くステップ285で、それに応じて表示を更新してから、メインフローに戻る。

【0172】このようにして、ユーザから、特定の基準面・断面生成用面の断面生成方向を指定する処理（ステップ28）が指示されると、物体断面表示プログラム32は、それに応答して、断面生成方向を変更して新たな断面図を表示していくように処理するのである。

【0173】また、ユーザから、特定の基準面・断面生成用面に部品又は領域を追加する処理（ステップ29）が指示されると、図56の処理フローに示すように、先ず最初に、ステップ290で、部品追加であるのか領域追加であるのかを判断し、部品追加であることを判断するときには、ステップ291に進んで、対話処理に従って追加する部品の選択処理を実行する。

【0174】続いて、ステップ292で、部品位置指定用画面（二次元表示）に切り替える。続いて、ステップ293で、その部品位置指定用画面を使ってユーザと対話することで、追加する部品の位置を指定し、続くステップ294で、その部品位置の指定が終了するのを判断すると、ステップ295に進んで、画面表示を三次元表示に戻す。

【0175】一方、ステップ290で、領域追加であることを判断するときには、ステップ296に進んで、領域指定用画面（二次元表示）に切り替える。続いて、ステップ297で、その領域指定用画面を使ってユーザと対話することで、追加する領域の位置を指定し、続くステップ298で、その領域位置の指定が終了するのを判断すると、ステップ299に進んで、ユーザから厚みを与える旨の指示があるのか否かを判断する。

【0176】この判断処理に従って、ユーザから厚みを与える旨の指示があることを判断するときには、ステップ299-1に進んで、対話処理に従って厚みを指定し、続くステップ299-2で、領域と厚みとから形状を生成する。一方、ユーザから厚みを与える旨の指示がないことを判断するときには、ステップ299-3に進んで、基準面・断面生成用面に領域情報を付加する。

【0177】ステップ295/ステップ299-2の処理を終了すると、続いて、ステップ299-4で、関連付けの情報（親子関係の情報）を生成し、続くステップ299-5で、両者の間の位置・姿勢関係を算出する。続いて、ステップ299-6で、それらに応じて仮想三次元空間の内容を更新し、続くステップ299-7で、それに応

じて表示を更新して、メインフローに戻る。

【0178】そして、ステップ299-3の処理を終了すると、続いて、ステップ299-6で、仮想三次元空間の内容を更新し、続くステップ299-7で、それに応じて表示を更新して、メインフローに戻る。

【0179】このようにして、ユーザから、特定の基準面・断面生成用面に部品又は領域を追加する処理（ステップ29）が指示されると、物体断面表示プログラム32は、それに応答して、基準面・断面生成用面に部品や領域を追加していくように処理するのである。

【0180】一方、ユーザから、部品群の存在可能箇所を探索する処理（ステップ30）が指示されると、図57及び図58の処理フローに示すように、先ず最初に、ステップ300で、探索対象の部品群に関連付けられた基準面・断面生成用面の情報を取得する。

【0181】続いて、ステップ301で、取得した情報から、指定部品以外に運動する部品を抽出する。続いて、ステップ302で、対話処理などに従って探索精度を取得し、続くステップ303で、存在可能領域の指定がされていないか否かを判断する。

【0182】この判断処理に従って、存在可能領域の指定がないことを判断するときには、ステップ304に進んで、基準面・断面生成用面と部品の関連付け情報により探索方向を決定（親の法線ベクトル方向を探索方向として決定する）して、その探索方向における物体の存在領域（存在する領域）を算出し、続くステップ305で、その存在領域内をその探索方向に沿ってその探索単位に従って移動させていくことで求まる探索箇所群を決定する。

【0183】一方、この判断処理に従って、存在可能領域の指定があることを判断するときには、ステップ306に進んで、基準面・断面生成用面と部品の関連付け情報により探索方向を決定し、続くステップ307で、その指定される存在可能領域をその探索方向に沿ってその探索単位に従って移動させていくことで求まる探索箇所群を決定する。

【0184】続いて、ステップ308で、次の探索箇所があるのか否かを判断して、次の探索箇所があることを判断するときには、続くステップ309で、次の探索箇所の基準面・断面生成用面に従って仮想三次元空間の内容を更新する。続いて、ステップ309-1で、その探索箇所で干渉チェックを実行し、その干渉の有無と現在の位置及び姿勢を記録する。

【0185】続いて、ステップ309-2で、干渉有無に応じた描画用データを生成し、続くステップ309-3で、現在の視点、注視点、描画領域のウィンドウサイズから、基準面・断面生成用面の描画用データを生成する。続いて、ステップ309-4で、それに応じて表示を更新してから、ステップ308に戻る。そして、ステップ308で、次の探索箇所がないことを判断するときには

は、ステップ309-5に進んで、探索結果を表示し、メインフローに戻る。

【0186】このようにして、ユーザから、部品群の存在可能箇所を探索する処理（ステップ30）が指示されると、物体断面表示プログラム32は、それに応答して、チェック対象となる部品を配置する基準面・断面生成用面を移動しつつその干渉チェックを行って、そのチェック結果を表示していくように処理するのである。

【0187】また、画面表示内容を更新する処理（ステップ31）が発行されると、図59の処理フローに示すように、先ず最初に、ステップ310で、現在の視点、注視点、描画領域のウィンドウサイズから、基準面・断面生成用面の描画用データを生成する。続いて、ステップ311で、基準面・断面生成用面の名称領域（看板）を算出する。

【0188】続いて、ステップ312で、算出した名称領域がウィンドウ内に収まらないのか否かを判断して、収まらないことを判断するときには、ステップ313に進んで、ウィンドウ内に収まるようにと、はみ出した方向に応じて名称領域をシフトする。そして、続くステップ314で、表示を更新してから、メインフローに戻る。

【0189】このようにして、ユーザの操作に応じて基準面・断面生成用面に対する処理を行うと、物体断面表示プログラム32は、ディスプレイ画面に収まるようにと基準面・断面生成用面の大きさを再計算するとともに、その基準面・断面生成用面に対応付けて表示する名称領域を適切な位置に配置するように処理するのである。

【0190】また、ユーザから、特定の基準面・断面生成用面と二次元断面図の同時描画に関連した処理（ステップ32）が指示されると、図60ないし図62の処理フローに示すように、先ず最初に、ステップ320で、指示内容が二次元断面表示機能の呼び出しであるのか否かを判断して、二次元断面表示機能の呼び出しであることを判断するときには、ステップ321に進んで、二次元断面表示部が機能していないのか否かを判断する。

【0191】この判断処理で、二次元断面表示部が機能していないことを判断するときには、ステップ322に進んで、二次元断面表示部を起動する。続いて、ステップ323で、現在着目している基準面・断面生成用面位置における二次元断面表示画像を生成し、続くステップ324で、二次元断面図を表示して、メインフローに戻る。一方、ステップ321で、二次元断面表示部が機能していることを判断するときには、直ちにステップ324に進んで、二次元断面図を表示して、メインフローに戻る。

【0192】一方、ステップ320で、指示内容が二次元断面表示機能の呼び出しでないことを判断するときには、ステップ325に進んで、指示内容が着目している

基準面・断面生成用面の変更指示であるのか否かを判断して、この変更指示であることを判断するときには、ステップ326に進んで、着目している基準面・断面生成用面を変更してから、ステップ322に進んで、二次元断面表示部を起動し、続くステップ323で、現在着目している基準面・断面生成用面位置における二次元断面表示画像を生成し、続くステップ324で、二次元断面図を表示して、メインフローに戻る。

【0193】一方、ステップ325で、指示内容が着目している基準面・断面生成用面の変更指示でないことを判断するときには、ステップ327に進んで、指示内容が運動制御の切り替え指示であるのか否かを判断して、運動制御の切り替え指示であることを判断するときには、ステップ328に進んで、運動制御状態を切り替えてから、メインフローに戻る。

【0194】一方、ステップ327で、指示内容が運動制御の切り替え指示でないことを判断するときには、ステップ329に進んで、指示内容が二次元断面図内における注視点の変更指示であるのか否かを判断して、この変更指示でないことを判断するときには、ステップ330に進んで、指示内容が二次元断面表示部の表示領域の変更指示であるのか否かを判断する。

【0195】一方、ステップ329で、指示内容が二次元断面図内における注視点の変更指示であることを判断するときには、ステップ331に進んで、運動制御状態に設定されているのか否かを判断する。この判断処理により、運動制御状態に設定されていることを判断するときには、ステップ332に進んで、二次元断面図中で指定された注視点を基準面・断面生成用面上に表す画像を生成し、続くステップ333で、三次元表示を更新する。

【0196】そして、ステップ333の処理を終了し、あるいは、ステップ331で運動制御状態に設定されていないことを判断すると、続いて、ステップ334で、新たな注視点における二次元断面表示画像を生成し、続くステップ335で、二次元断面図を表示して、メインフローに戻る。

【0197】一方、ステップ330で、指示内容が二次元断面表示部の表示領域の変更指示であることを判断するときには、ステップ336に進んで、運動制御状態に設定されているのか否かを判断する。この判断処理により、運動制御状態に設定されていることを判断するときには、ステップ337に進んで、二次元断面図中で指定された領域を基準面・断面生成用面上に表す画像を生成し、続くステップ338で、三次元表示を更新する。

【0198】そして、ステップ338の処理を終了し、あるいは、ステップ336で運動制御状態に設定されていないことを判断すると、続いて、ステップ339で、新たな領域における二次元断面表示画像を生成し、続くステップ340で、二次元断面図を表示して、メインフ

ローに戻る。

【0199】一方、ステップ330で、指示内容が二次元断面表示部の表示領域の変更指示でないことを判断するときには、ステップ341に進んで、指示内容が断面生成用空間の変更指示であるのか否かを判断する。この判断処理により、指示内容が断面生成用空間の変更指示であることを判断するときには、ステップ342に進んで、連動制御状態に設定されているのか否かを判断し、連動制御状態に設定されていることを判断するときには、ステップ343に進んで、三次元表示を更新する。

【0200】そして、ステップ343の処理を終了し、あるいは、ステップ342で連動制御状態に設定されていないことを判断すると、続いて、ステップ344で、新たな断面生成空間に基づく二次元断面表示画像を生成し、続くステップ345で、二次元断面図を表示して、メインフローに戻る。そして、ステップ341で、指示内容が断面生成用空間の変更指示でないことを判断するときには、ステップ346に進んで、指示内容の指す処理を実行して、メインフローに戻る。

【0201】このようにして、ユーザから、特定の基準面・断面生成用面と二次元断面図の同時描画に関連した処理（ステップ32）が指示されると、物体断面表示プログラム32は、それに応答して、指示される形態に従って物体の二次元断面図を生成して表示していくように処理するのである。

【0202】図示実施例に従って本発明を説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、実施例では、親子関係という関連付けを想定して説明したが、本発明は、親子関係以外の関連付けに対してもそのまま適用できる。

### 【0203】

【発明の効果】以上説明したように、本発明では、コンピュータ上の仮想三次元空間に構築される物体を表示する構成を探るときにあって、物体を構成する部品の面から定義される表示用設定面の切り出す物体の三次元断面を生成して表示するとともに、ユーザ操作に応答して表示用設定面を移動回転していくように処理することから、ユーザは自分の必要とする三次元断面をインタラクティブに見ることができるようになる。

【0204】そして、この処理構成を探るときに、親子関係などのような関連付けを定義して、その関連付けに従って表示用設定面を連動して移動回転する処理を行う構成を探ることから、ユーザは、物体断面を簡単かつ自在に見ることができるようになる。

【0205】そして、この処理構成を探るときに、物体の部品と表示用設定面とを同一のものとして扱う構成を探ることから、ユーザは、例えば、可動部品に対応付けて表示用設定面を設定することで可動部品の動きに連動した物体断面を見れるようになるなど、従来技術では見ることのできなかった物体断面を見ることができるように

になる。

【0206】そして、この処理構成を探るときに、表示用設定面に対応付けて操作板や識別文字列を配する看板を表示する構成を探ることから、ユーザは、表示用設定面に対して簡単に操作できることで表示用設定面を簡単に移動回転することができるようになる。このとき、表示用設定面の間に関連付けが存在する場合には、その旨が分かる形態の識別文字列を配する構成を探ることから、ユーザは、どの表示用設定面とどの表示用設定面との間に関連付けが存在するのかを簡単に把握できるようになる。

【0207】そして、この処理構成を探るときに、枠を表示することで表示用設定面を表示したり、半透明色を使って表示用設定面を表示するので、ユーザは、表示用設定面に邪魔されることなく、物体を見るができるようになる。このとき、表示用設定面の間に関連付けが存在する場合には、それらの表示用設定面を同一の半透明色で表示する構成を探ることから、ユーザは、どの表示用設定面とどの表示用設定面との間に関連付けが存在するのかを簡単に把握できるようになる。

【0208】そして、この処理構成を探るときに、設定されている関連付けを簡単に編集できるようにする構成を探ることから、ユーザは、表示用設定面を最初から設定し直すなどの処理を行わずに、簡単に関連付けを変更できるようになる。

【0209】そして、この処理構成を探るときに、物体の持つ特徴点を含む表示用設定面を自動生成したり、ユーザの指定する経路を辿る表示用設定面を自動生成したり、移動回転処理に従って新たな表示用設定面を自動生成する構成を探ることから、ユーザは、表示用設定面の設定の煩わしさを強いられることなく、自らの必要とする物体断面を簡単に見ることができるようになる。

【0210】そして、この処理構成を探るときに、表示用設定面に対して、その存在可能な範囲を設定可能とする構成を探ることから、ユーザは、例えば、物体の動きの持つ制限に合った形で物体断面を見るができるようになるなど、正確な物体断面を見るができるようになる。

【0211】そして、この処理構成を探るときに、表示用設定面に対して、物体の切断方向を設定可能とする構成を探ることから、ユーザは、様々な方向から見た物体断面を自在に見ることができるようになる。このとき、表示用設定面の存在位置に依存する形態を示す物体の切断方向を設定可能とする構成を探ることから、ユーザは、物体位置を考慮した方向から物体断面を見ることができようになる。

【0212】そして、この処理構成を探るときに、表示用設定面に追加部品を配置したり、表示用設定面に領域を配置可能とする構成を探ることから、ユーザは、新たな部品を追加するときの位置関係などの検討を簡単に行

えるようになる。

【0213】そして、この処理構成を探るときに、関連付けに従って表示用設定面の動きに連動して動く部品を処理対象として、その部品と他の部品との間の干渉をチェックする構成を探ることから、ユーザは、新たな部品を追加するときの部品間の干渉の検討を簡単に行えるようになる。

【0214】そして、この処理構成を探るときに、三次元断面の生成に用いる表示用設定面の切り出す物体の二次元断面を生成したり、表示用設定面の中から選択される特定の表示用設定面の切り出す物体の二次元断面を生成して、その二次元断面と物体の三次元断面とを同時表示する構成を探ることから、ユーザは、物体断面を簡単かつ正確に把握できるようになる。

【0215】このとき、どちらの二次元断面を表示するのを自在に選択できるようにする構成を探ることから、ユーザは、自分の必要とする二次元断面を見ることができるようになる。更に、三次元断面のどの部分であるのかを示しつつ、二次元断面を表示したり、指定される注視点の指す位置を示しつつ、三次元断面と二次元断面とを表示する構成を探ることから、ユーザは、二次元断面と三次元断面との対応関係を簡単に把握できるようになる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理構成図である。

【図2】本発明の一実施例である。

【図3】空間構造管理テーブルの説明図である。

【図4】物体断面表示プログラムの処理説明図である。

【図5】物体断面表示プログラムの処理フローである。

【図6】物体断面表示プログラムの処理フローである。

【図7】物体断面表示プログラムの処理フローである。

【図8】物体断面表示プログラムの処理フローである。

【図9】物体断面表示プログラムの処理フローである。

【図10】物体断面表示プログラムの処理フローである。

【図11】物体断面表示プログラムの処理フローである。

【図12】物体断面表示プログラムの処理フローである。

【図13】物体断面表示プログラムの処理フローである。

【図14】ディスプレイ画面の説明図である。

【図15】ディスプレイ画面の説明図である。

【図16】ディスプレイ画面の説明図である。

【図17】ディスプレイ画面の説明図である。

【図18】ディスプレイ画面の説明図である。

【図19】ディスプレイ画面の説明図である。

【図20】物体断面表示プログラムの処理説明図である。

【図21】物体断面表示プログラムの処理説明図である。

る。

【図22】物体断面表示プログラムの処理説明図である。

【図23】物体断面表示プログラムの処理説明図である。

【図24】ディスプレイ画面の説明図である。

【図25】物体断面表示プログラムの処理説明図である。

【図26】物体断面表示プログラムの処理説明図である。

【図27】ディスプレイ画面の説明図である。

【図28】物体断面表示プログラムの処理説明図である。

【図29】ディスプレイ画面の説明図である。

【図30】ディスプレイ画面の説明図である。

【図31】ディスプレイ画面の説明図である。

【図32】物体断面表示プログラムの処理説明図である。

【図33】ディスプレイ画面の説明図である。

【図34】ディスプレイ画面の説明図である。

【図35】ディスプレイ画面の説明図である。

【図36】物体断面表示プログラムの処理説明図である。

【図37】物体断面表示プログラムの処理説明図である。

【図38】物体断面表示プログラムの処理説明図である。

【図39】物体断面表示プログラムの処理説明図である。

【図40】物体断面表示プログラムの処理説明図である。

【図41】物体断面表示プログラムの処理説明図である。

【図42】物体断面表示プログラムの処理説明図である。

【図43】物体断面表示プログラムの処理説明図である。

【図44】物体断面表示プログラムの処理説明図である。

【図45】本発明の機能ブロック図である。

【図46】本発明の実行する処理フローである。

【図47】本発明の実行する処理フローである。

【図48】本発明の実行する処理フローである。

【図49】本発明の実行する処理フローである。

【図50】本発明の実行する処理フローである。

【図51】本発明の実行する処理フローである。

【図52】本発明の実行する処理フローである。

【図53】本発明の実行する処理フローである。

【図54】本発明の実行する処理フローである。

【図55】本発明の実行する処理フローである。

【図5.6】本発明の実行する処理フローである。

【図5.7】本発明の実行する処理フローである。

【図5.8】本発明の実行する処理フローである。

【図5.9】本発明の実行する処理フローである。

【図6-0】本発明の実行する処理フローである。

【図6-1】本発明の実行する處理フローを示す。

【図6-2】本発明の実行する処理フローである。

【図6-2】本発明の実行する処理フローである。  
【算量の説明】

## 【符号の説明】

- 1 物体断面表示装置
  - 2 端末
  - 3 入力装置
  - 1 0 仮想三次元空間展開域
  - 1 1 管理手段

## 1.2 実行手段

### 1.3 更新手段

14 編集手段

## 1.5 第1の生成手段

## 1.6 第2の生成手段

## 1.6 第2の生成手段

## 1.7 第3の生成手段 1.8 第4の生成手段

18 第4の生成手段

19 有向範囲設定手段

19 存在範圍設定手段

20 切斷方向設定手段

21 配置手段

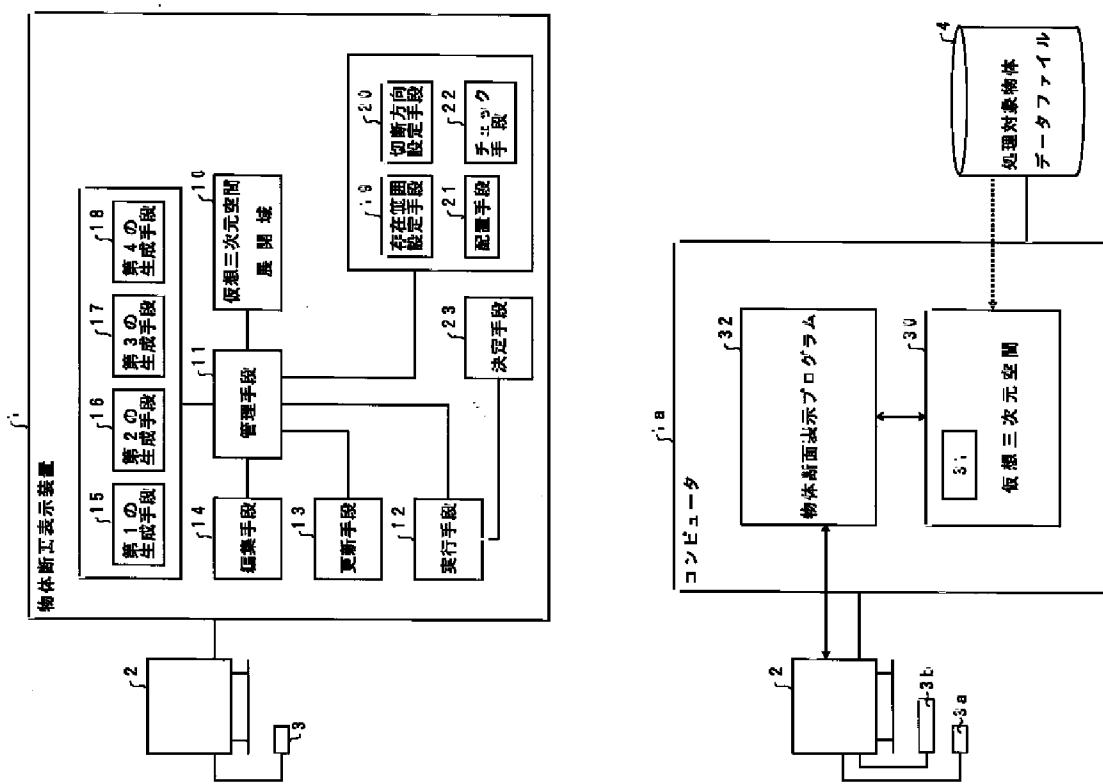
22 チェック手段

〔図1〕

【図2】

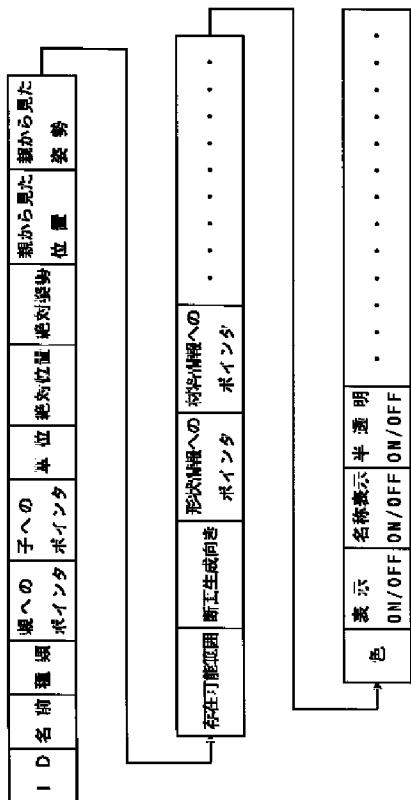
### 本発明の原理構成図

## 本発明の一実施例



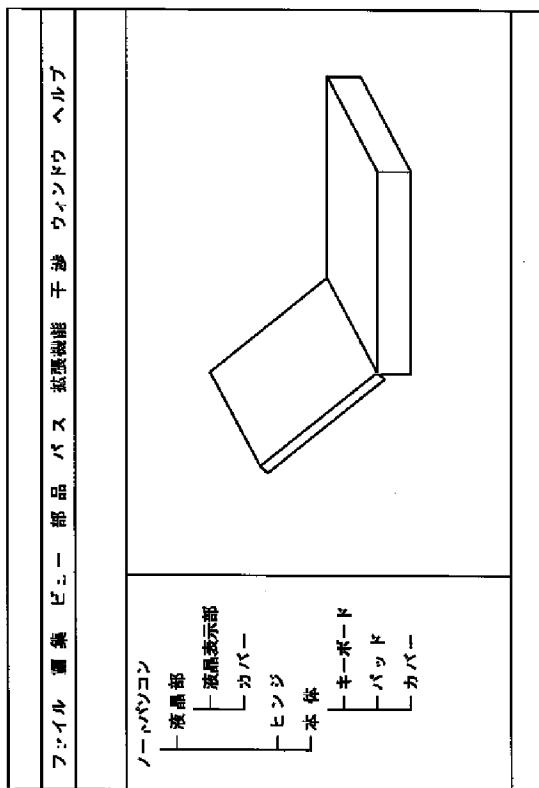
【図3】

## 空間構造管理テーブルの説明図



【図4】

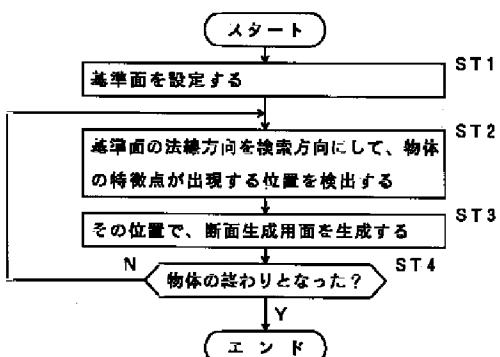
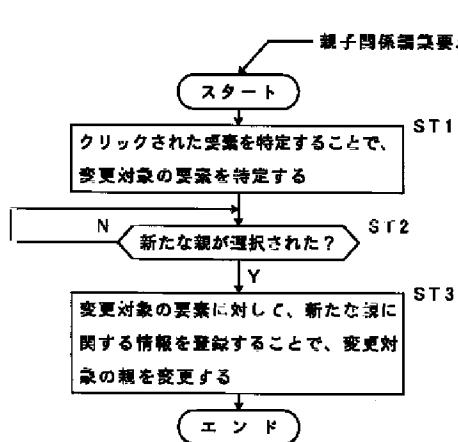
## 物 体 断 面 表 示 プ ロ グ ラ ム の 处 理 説 明 図



【四】10】

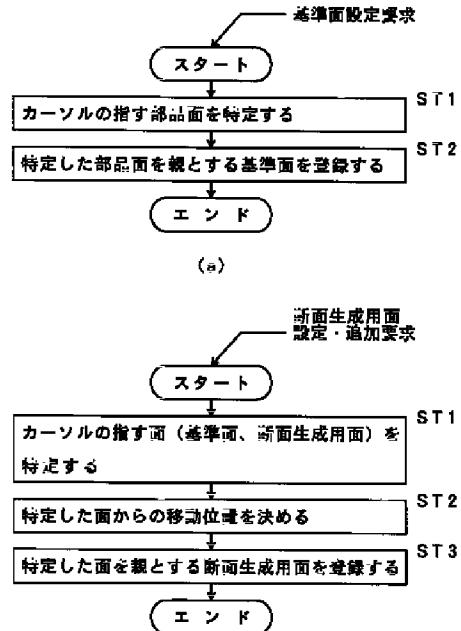
【图11】

物体断面表示プログラムの処理フロー



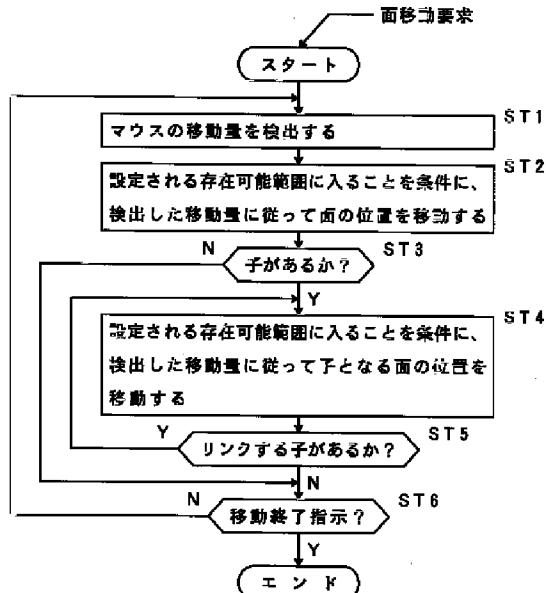
【図5】

## 物体断面表示プログラムの処理フロー



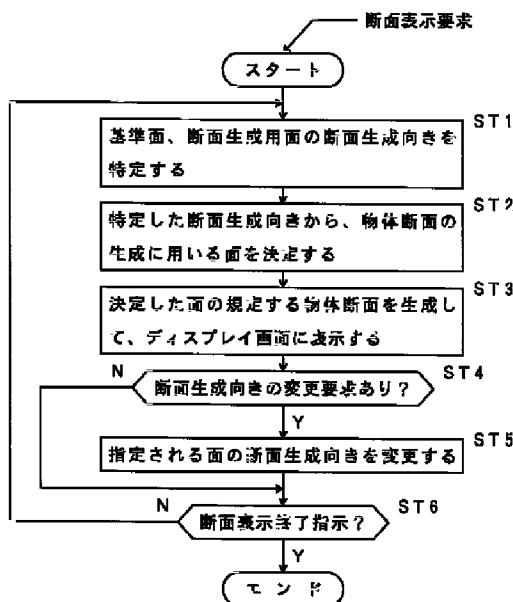
【図6】

## 物体断面表示プログラムの処理フロー



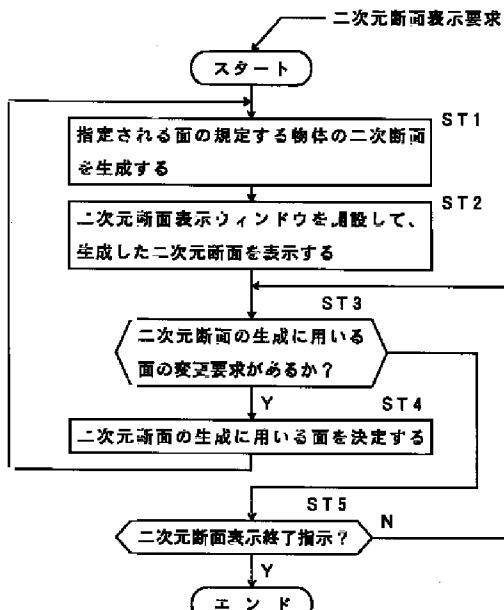
【図7】

## 物体断面表示プログラムの処理フロー

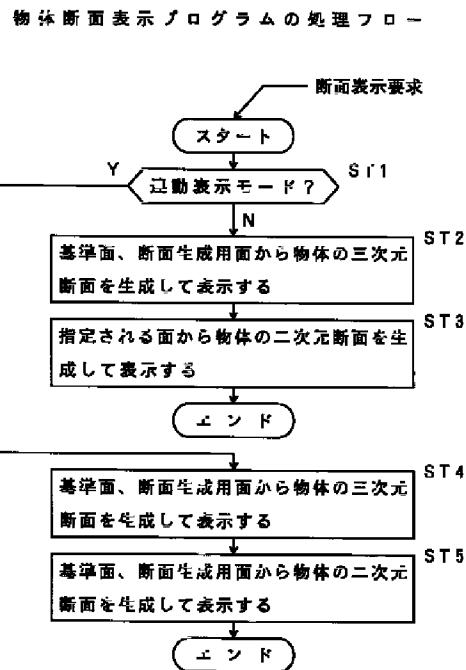


【図8】

## 物体断面表示プログラムの処理フロー

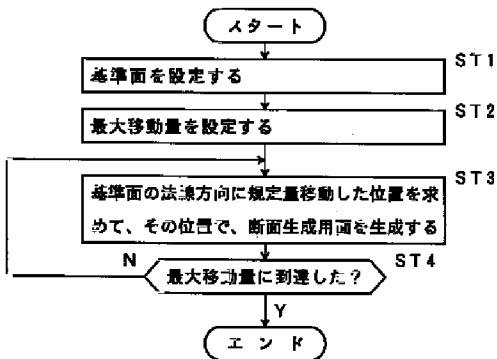


【図9】



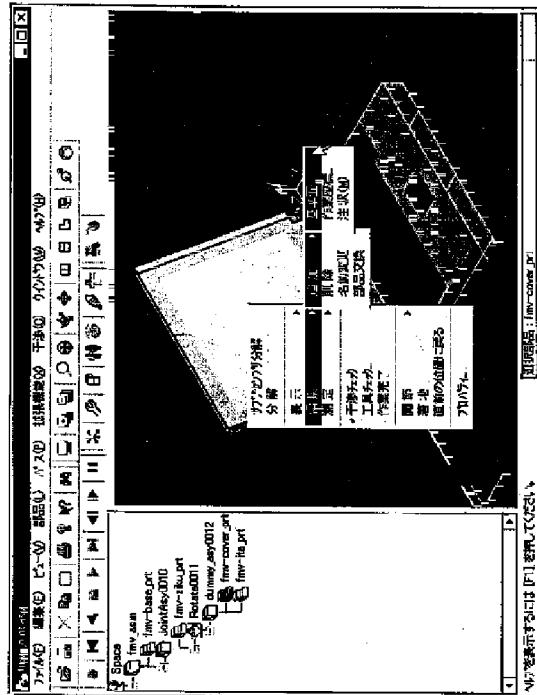
【図13】

【図12】

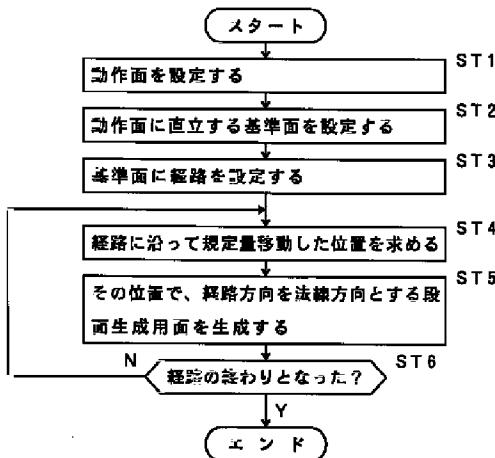


【図14】

ディスプレイ画面の説明図

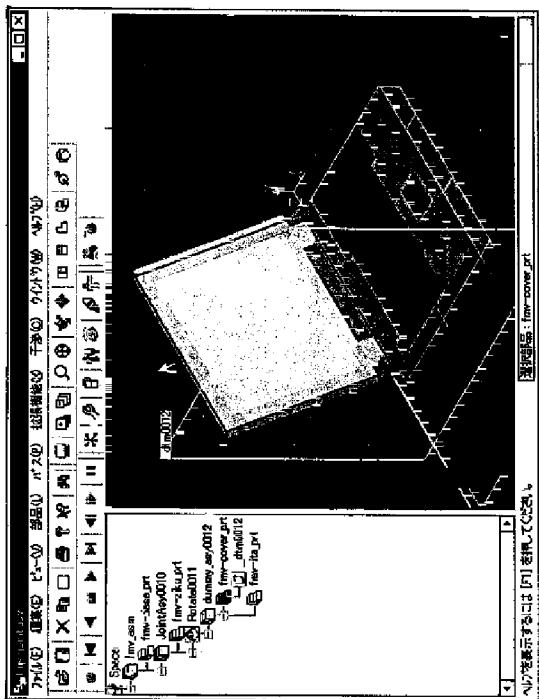


物体断面表示プログラムの処理フロー



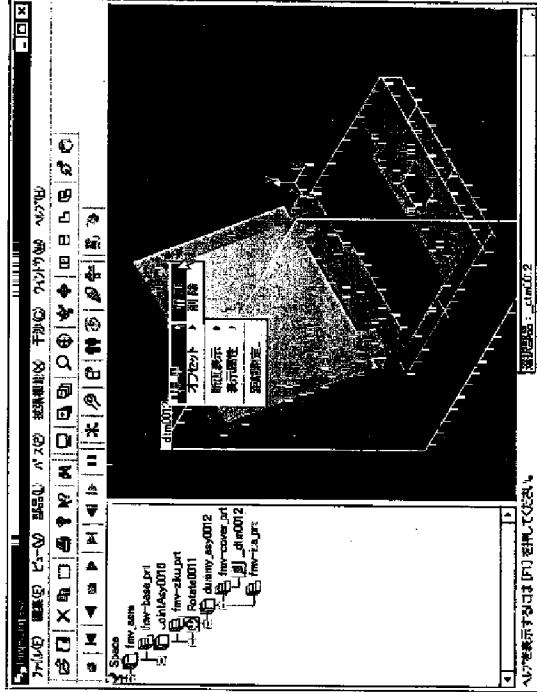
【図15】

ディスプレイ画面の説明図



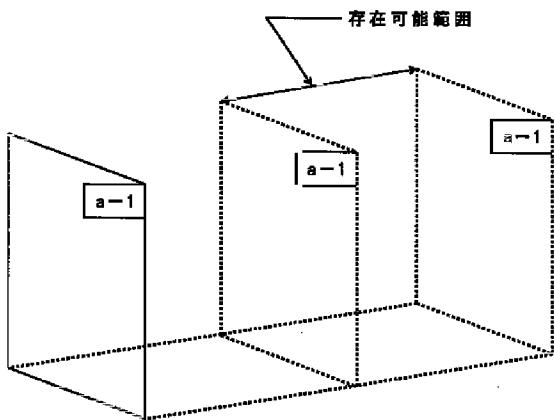
【図16】

ディスプレイ画面の説明図



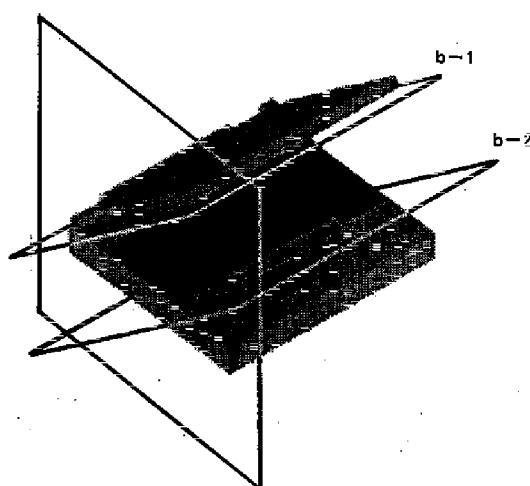
【図23】

物体断面表示プログラムの処理説明図



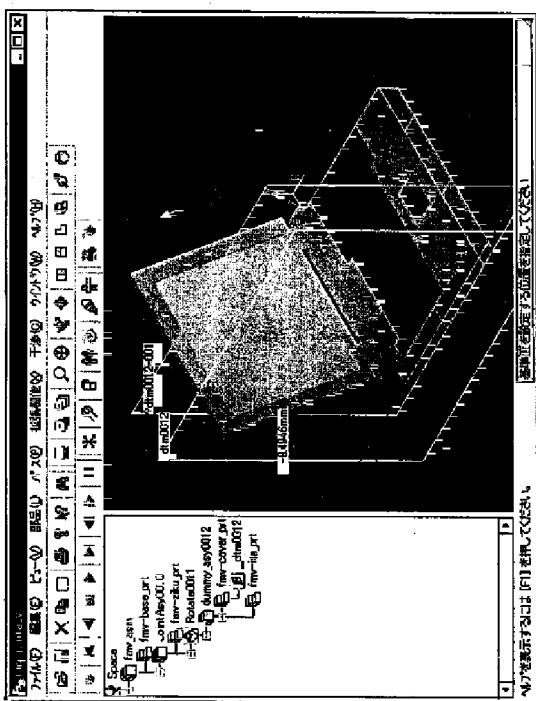
【図26】

物体断面表示プログラムの処理説明図



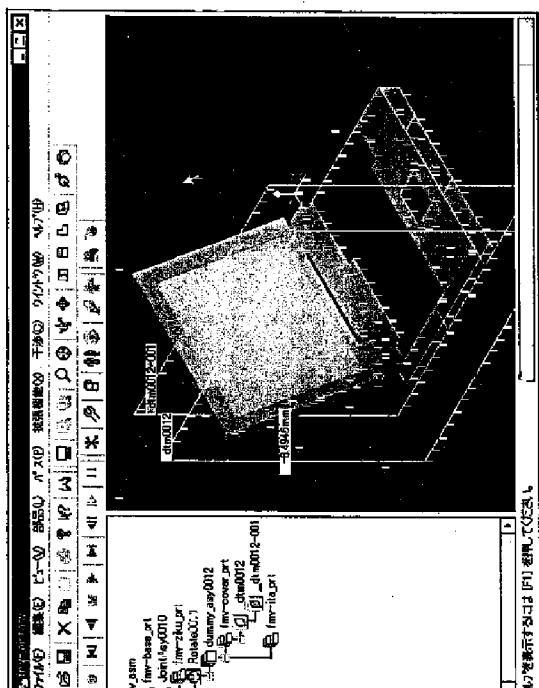
【図17】

ディスプレイ画面の説明図



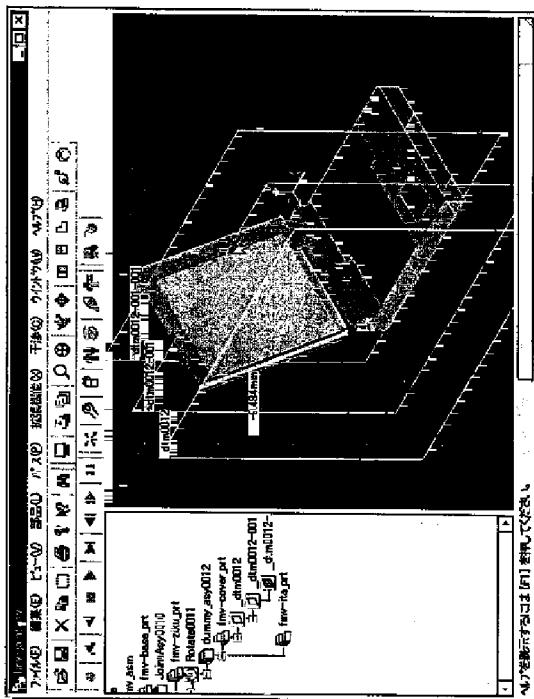
【図18】

ディスプレイ画面の説明図



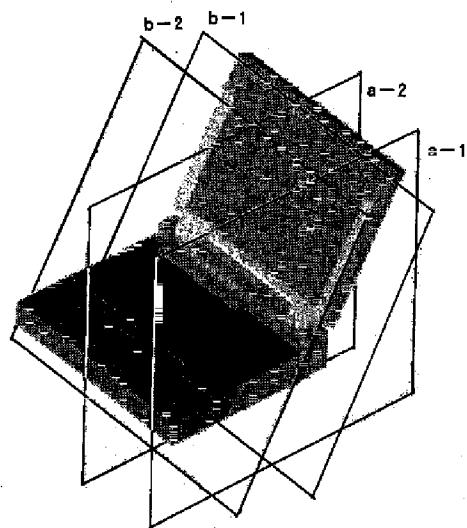
【図19】

ディスプレイ画面の説明図



【図20】

物体断面表示プログラムの処理説明図



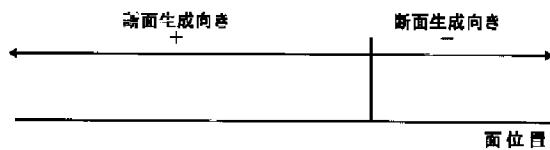
【図21】

物体断面表示プログラムの処理説明図

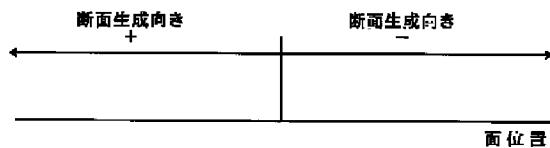
#### 面1の断面生成向き



#### 面2の断面生成向き

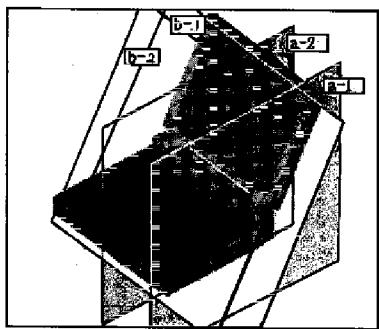


#### 面3の断面生成向き

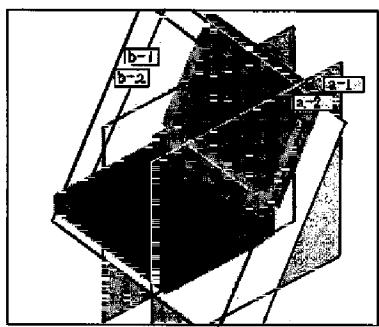


【図21】

物体断面表示プログラムの処理説明図



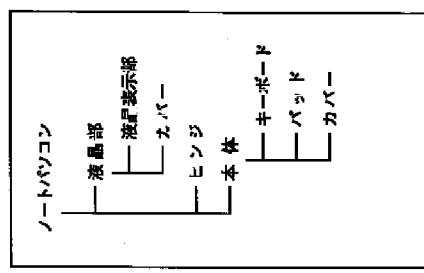
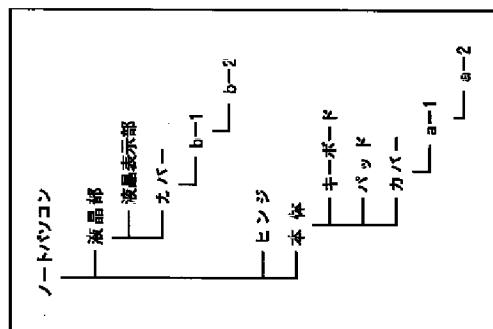
(a)



(b)

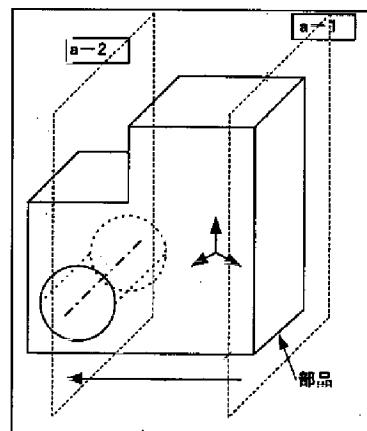
【図22】

物体断面表示プログラムの処理説明図



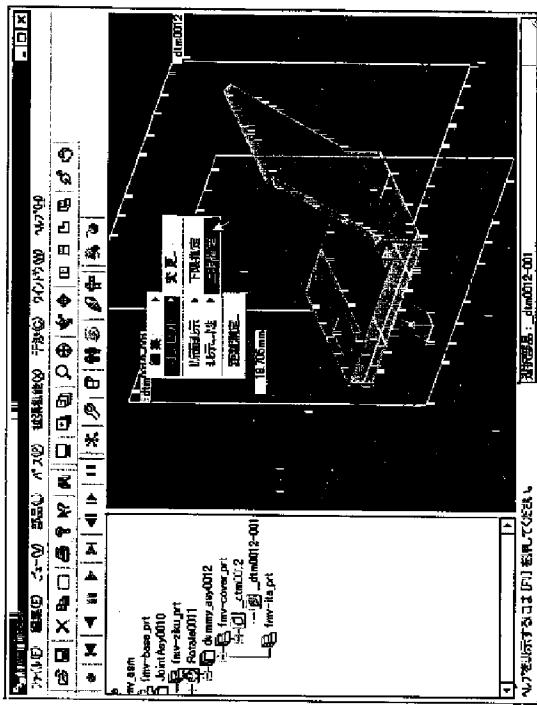
【図41】

物体断面表示プログラムの処理説明図



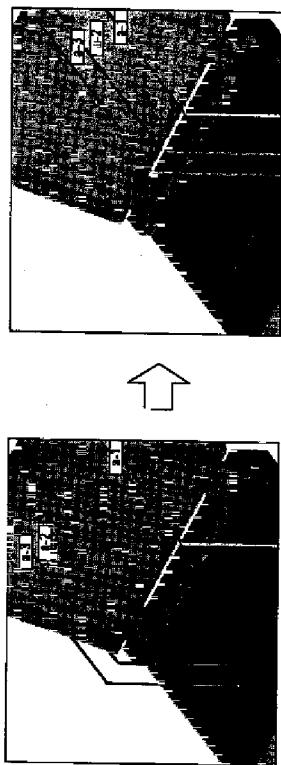
【図24】

ディスプレイ画面の説明図



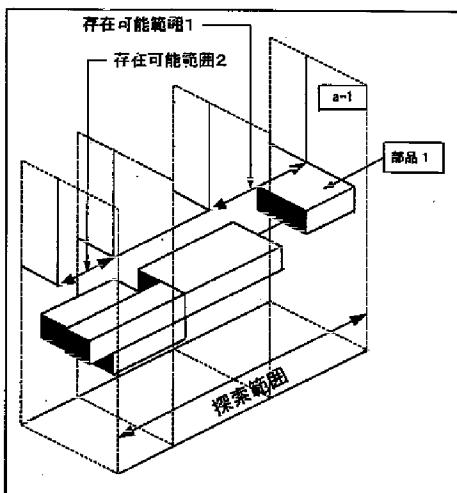
【図25】

物体断面表示プログラムの処理説明図

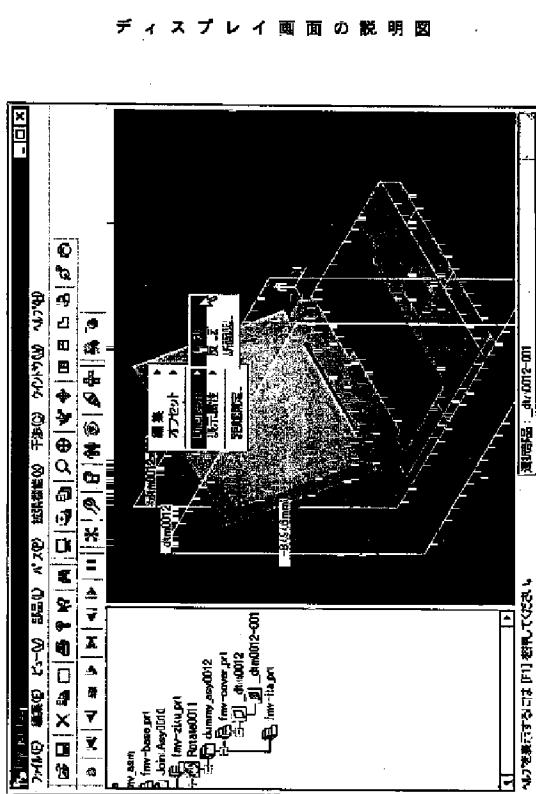


【図44】

物体断面表示プログラムの処理説明図

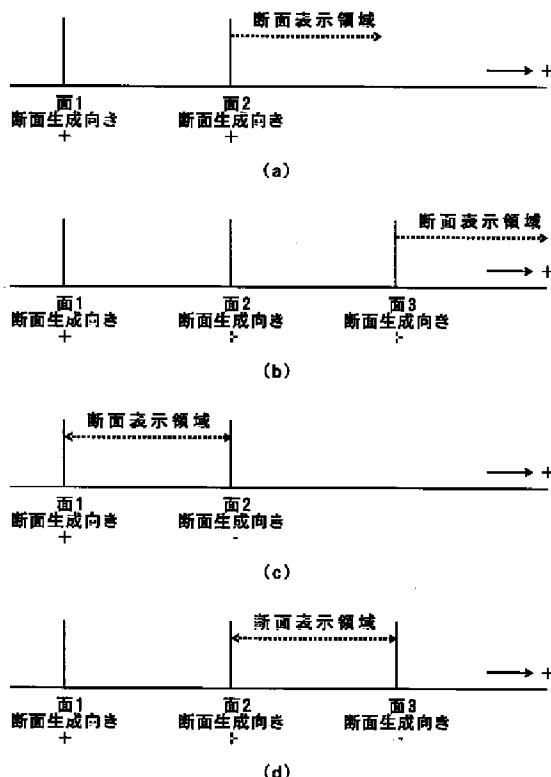


【図27】



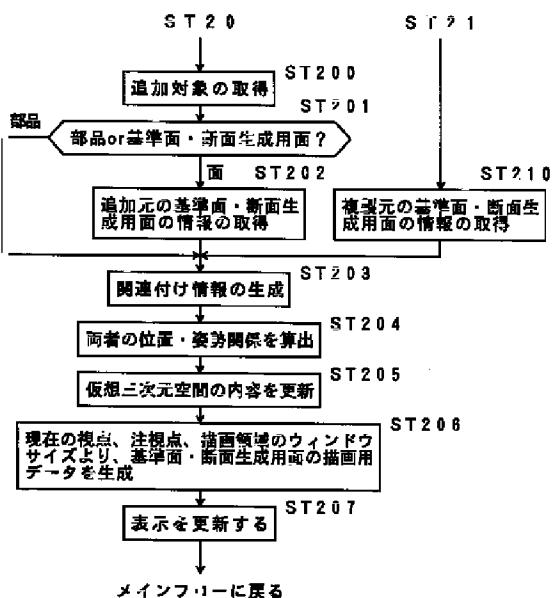
【図28】

## 物体断面表示プログラムの処理説明図



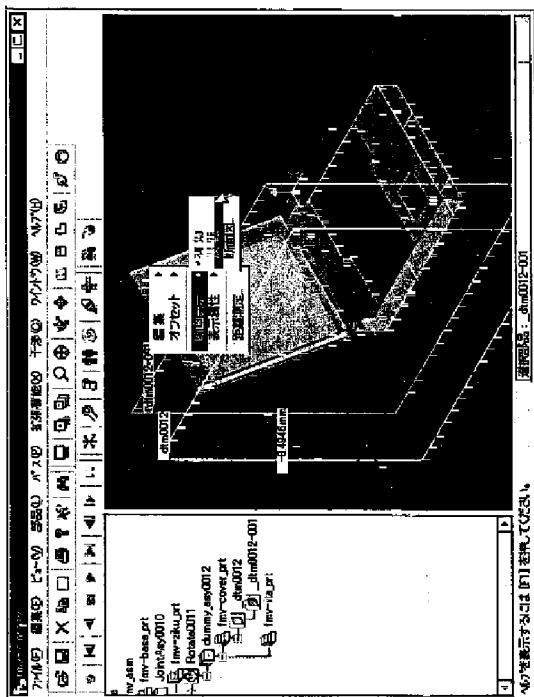
【図48】

## 本発明の実行する処理フロー



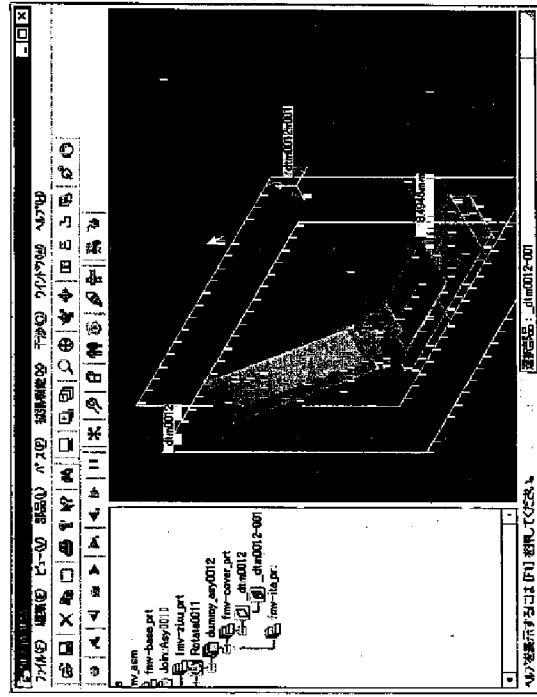
【図29】

ディスプレイ画面の説明図



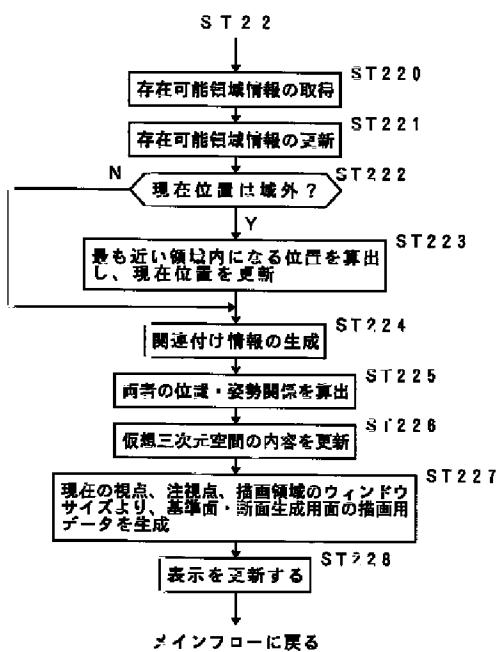
【図30】

ディスプレイ画面の説明図



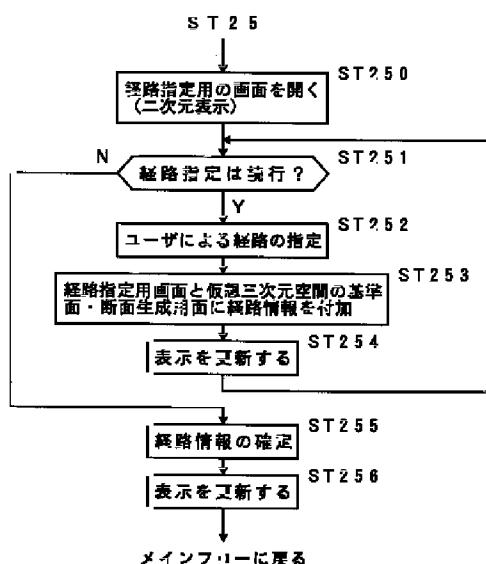
【図49】

本発明の実行する処理フロー



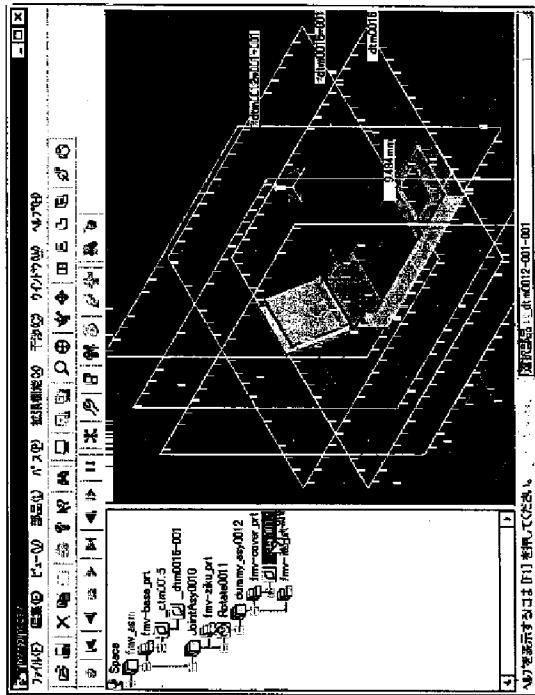
【図51】

本発明の実行する処理フロー



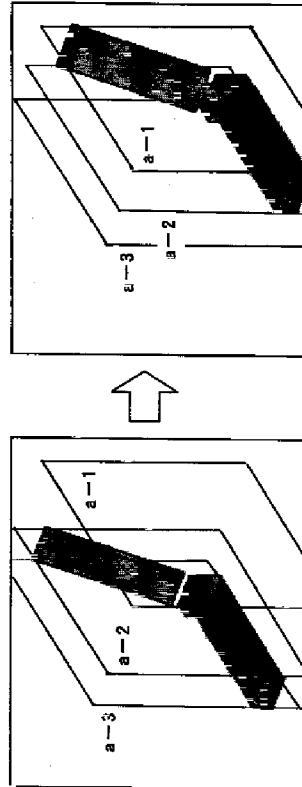
【図31】

## ディスプレイ画面の説明図



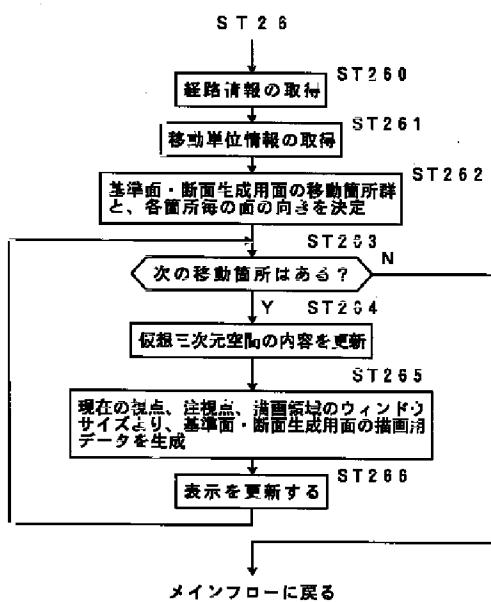
【図33】

## ディスプレイ画面の説明図



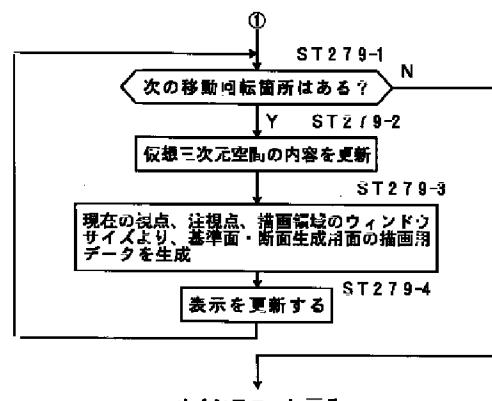
【図52】

## 本発明の実行する処理フロー



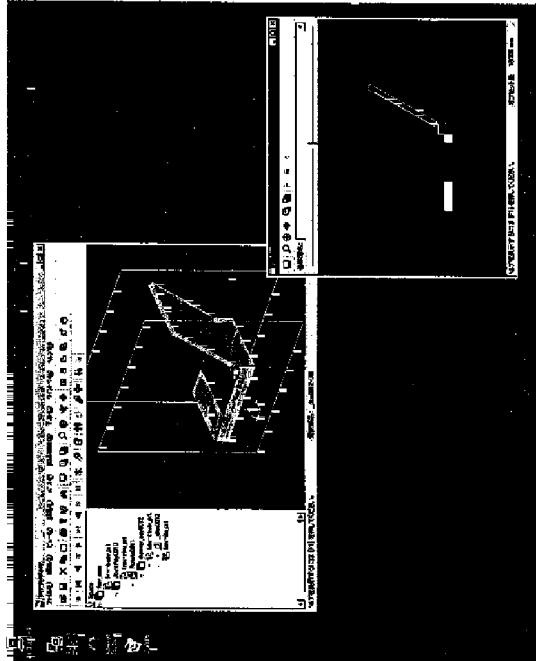
【図54】

## 本発明の実行する処理フロー



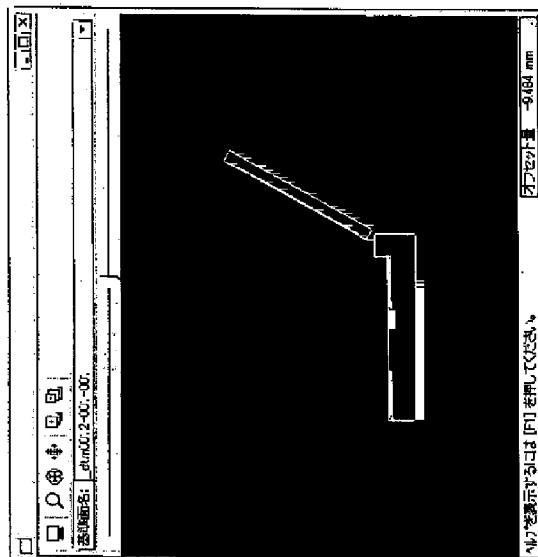
【図34】

ディスプレイ画面の説明図



【図35】

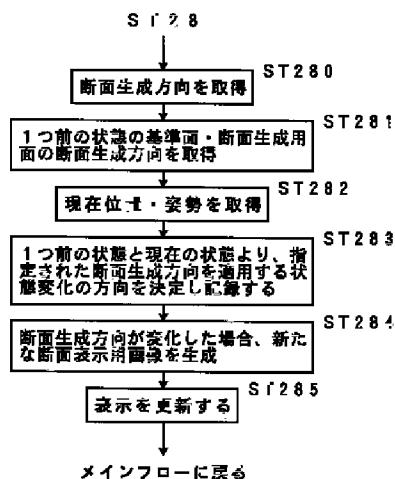
ディスプレイ画面の説明図



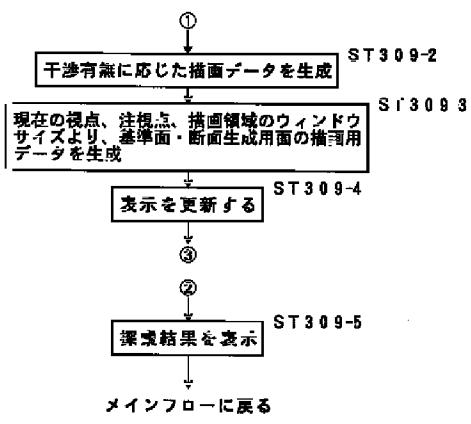
【図55】

【図58】

本発明の実行する処理フロー



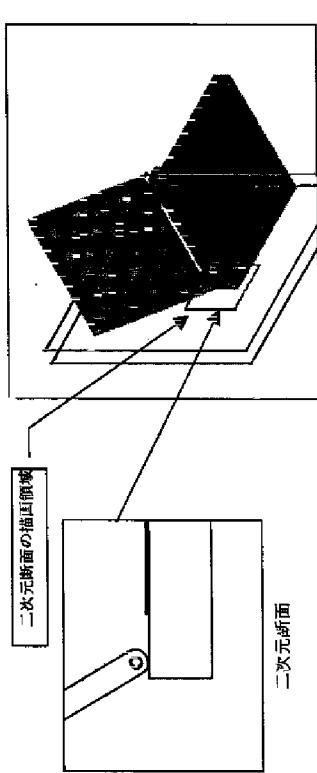
本発明の実行する処理フロー



【図36】

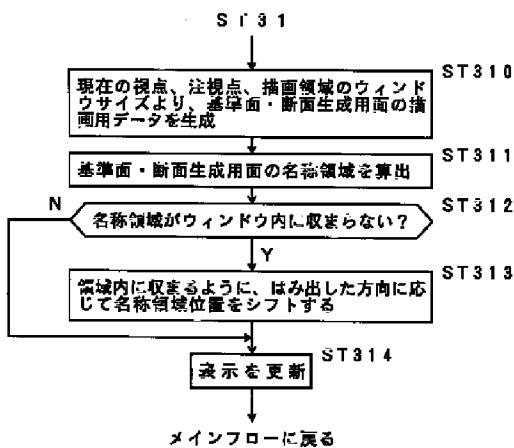
【図37】

## 物体断面表示プログラムの処理説明図

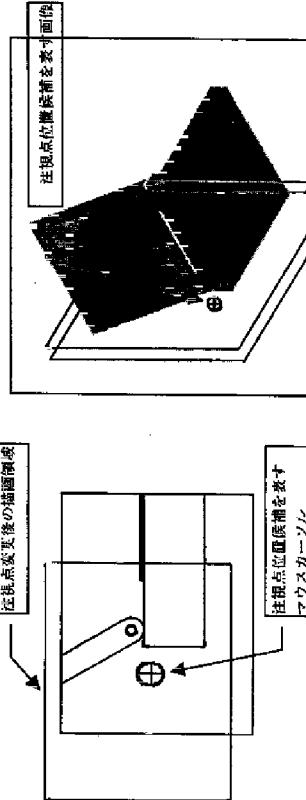


[図59]

#### 本発明の実行する処理フロー

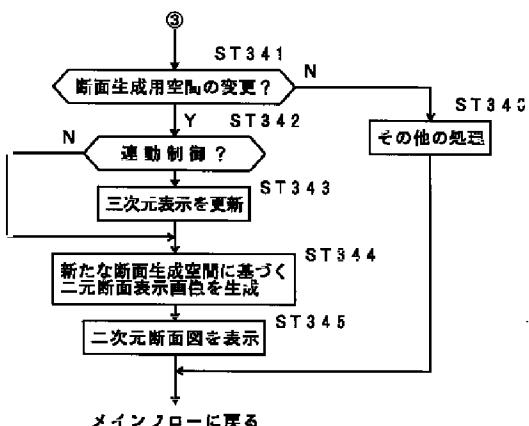


## 物体断面表示プログラムの処理説明図



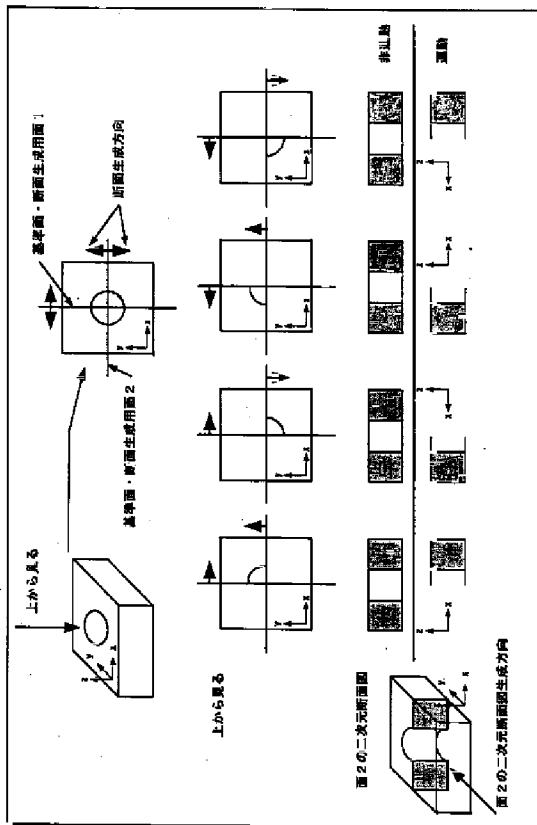
【図62】

## 本発明の実行する処理フロー -



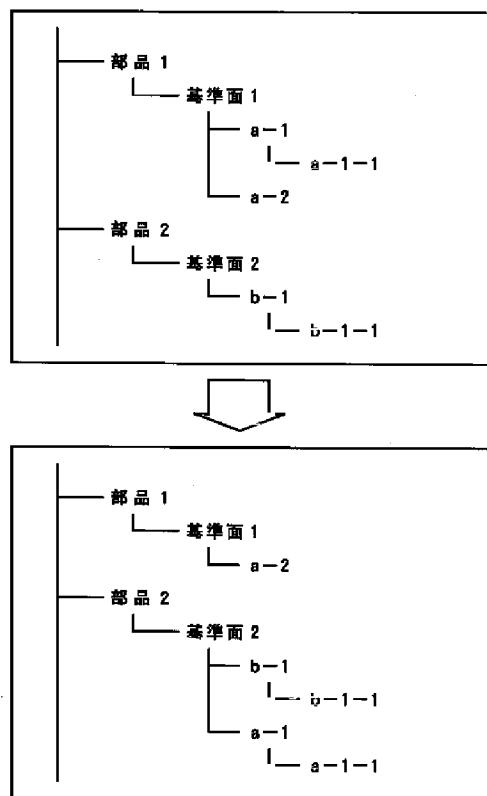
【図38】

物体断面表示プログラムの処理説明図



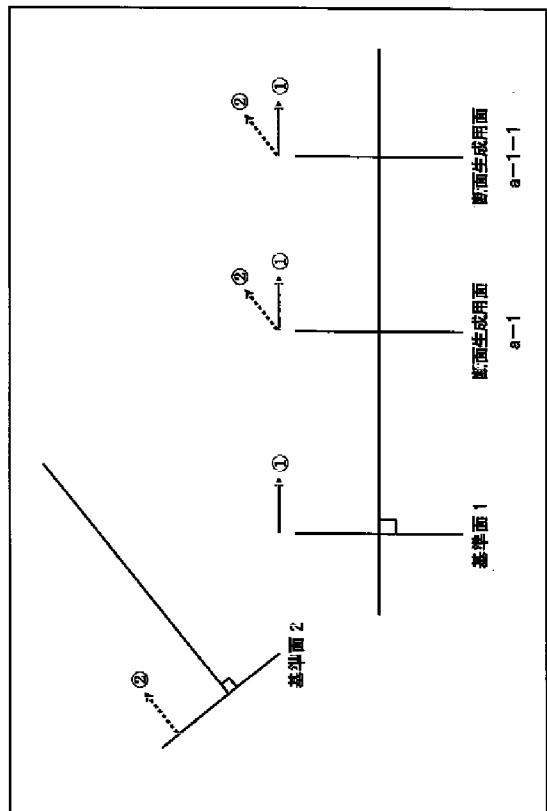
【図39】

物体断面表示プログラムの処理説明図



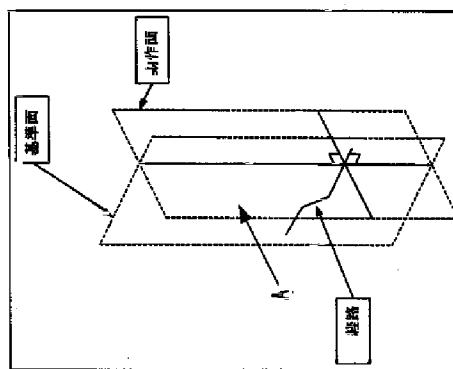
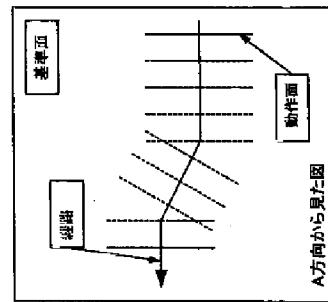
【図40】

物体断面表示プログラムの処理説明図



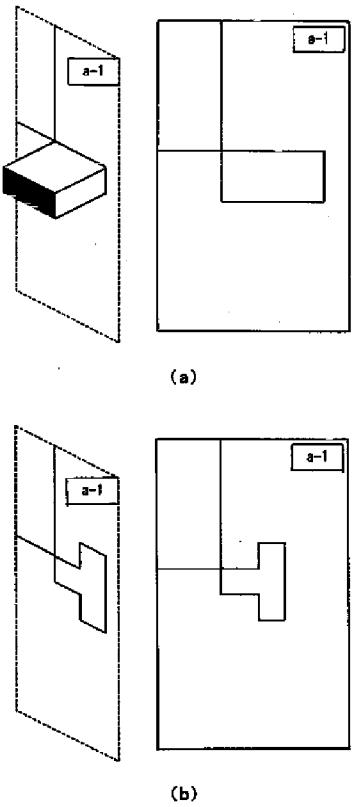
【図42】

物体断面表示プログラムの処理説明図



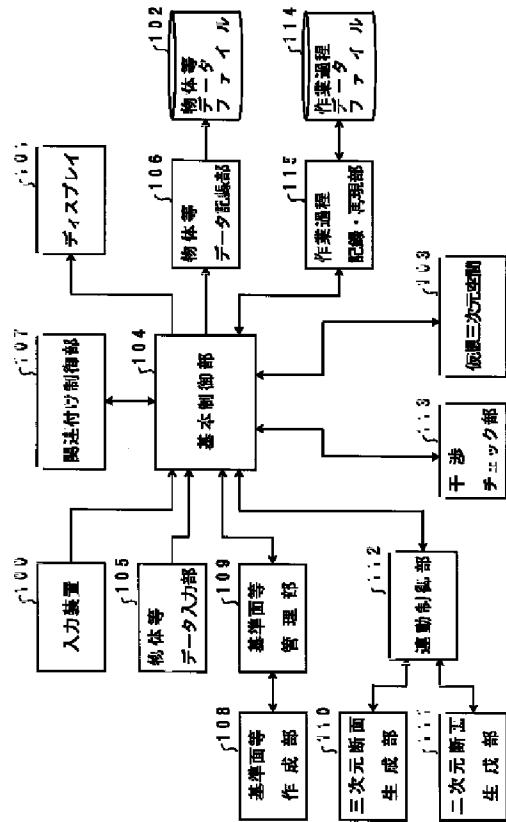
【図43】

物体断面表示プログラムの処理説明図

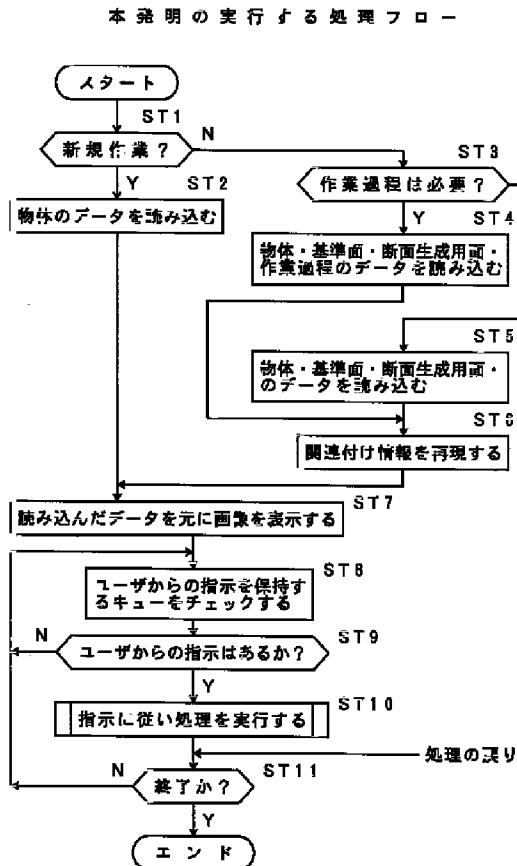


【図45】

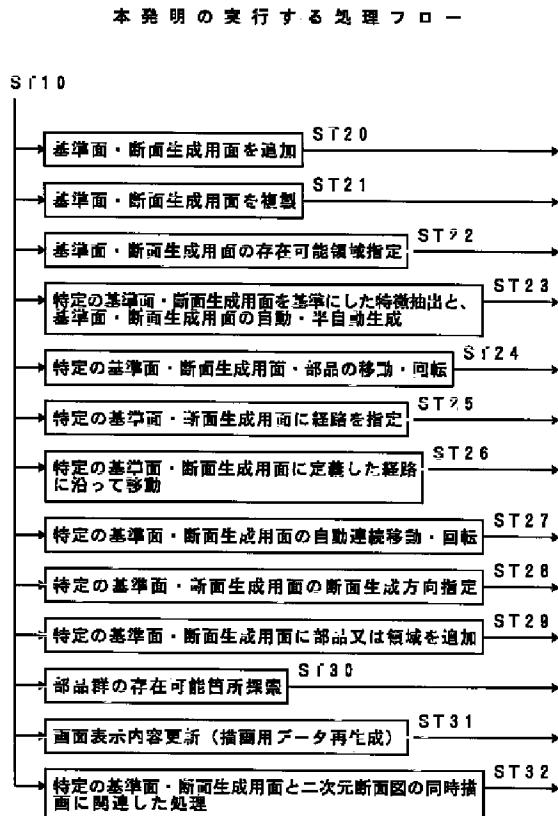
本発明の概要ブロック図



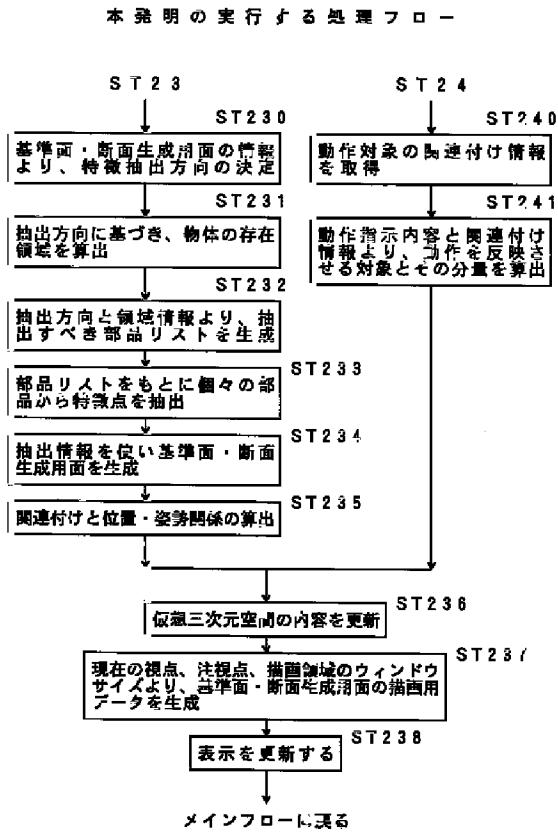
【図46】



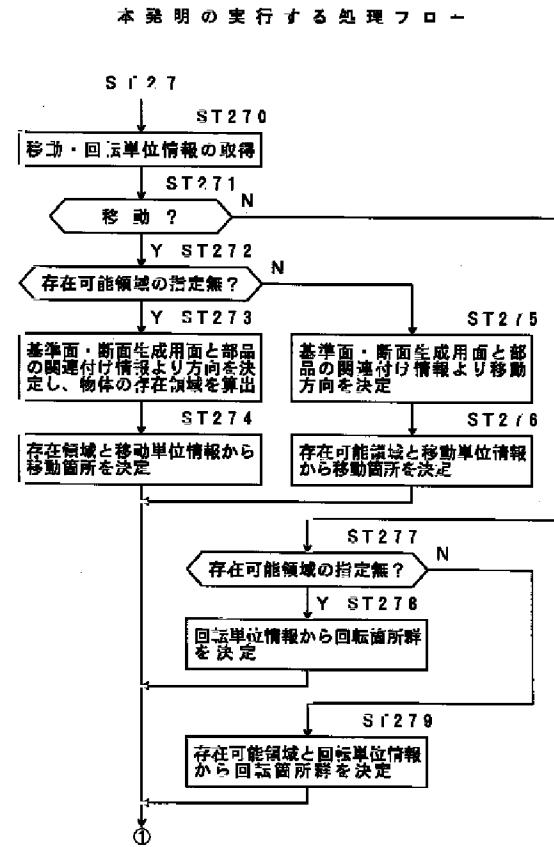
【図47】



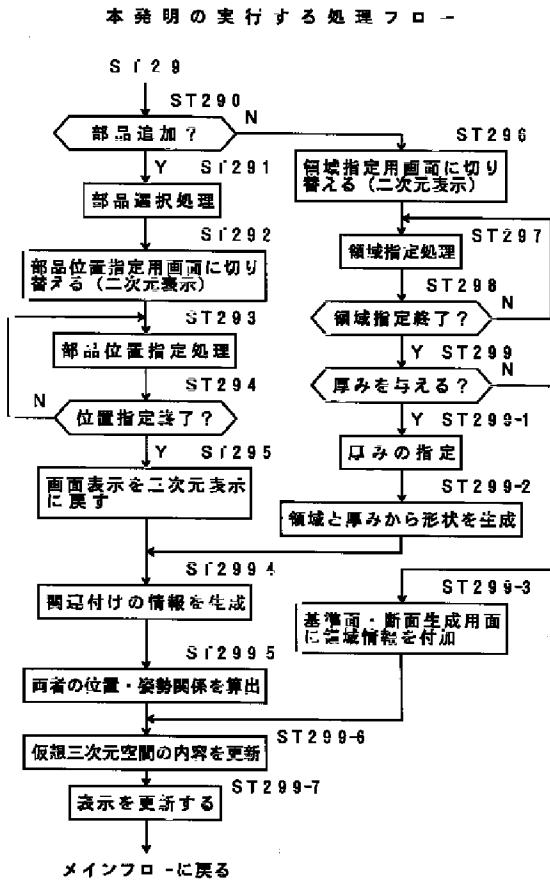
【図50】



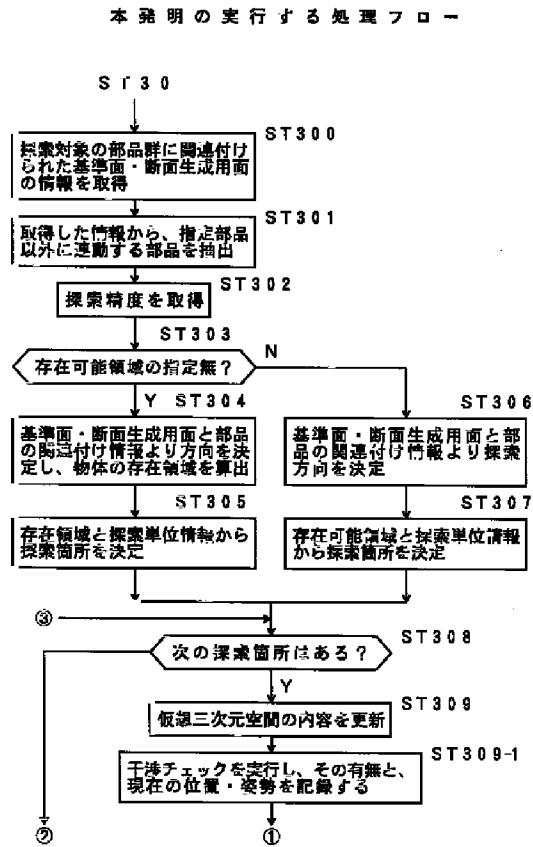
【図53】



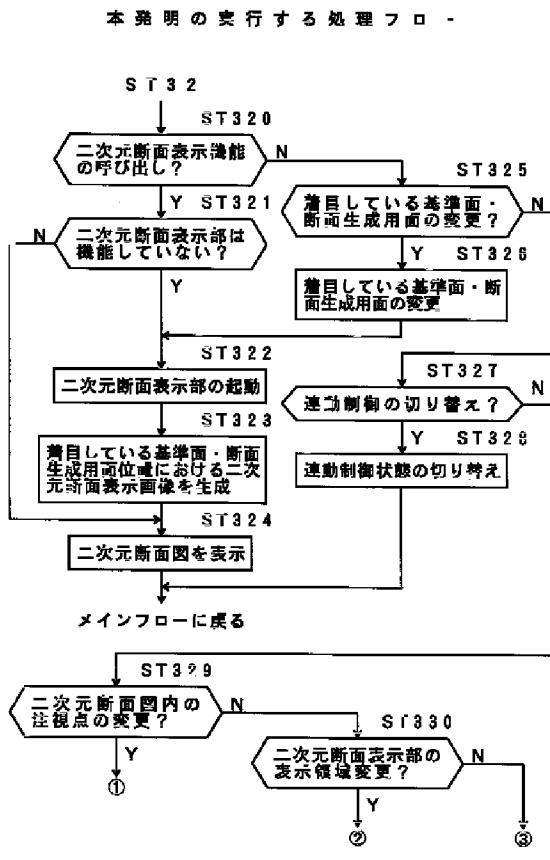
【図56】



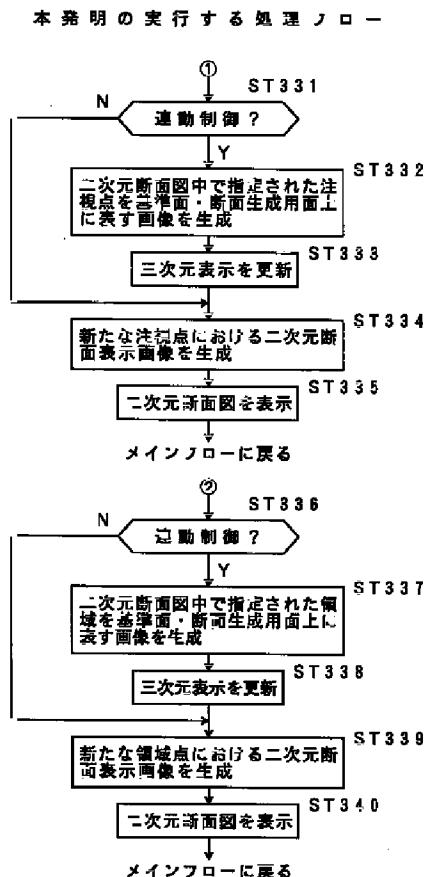
【図57】



【図60】



【図61】



フロントページの続き

FTIME(参考) 5B046 AA07 BA02 DA10 FA02 FA07

GA01 HA06 HA09 JA02 KA08

5B050 AA04 BA09 BA13 CA07 EA12

EA26 FA02 FA09 FA14